

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y
COMPUTACION**

***“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO
DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”***

AUTOR:

➤ **Br. Verónica Leticia Uribe González**

TUTOR:

➤ **Ing. Ramiro Arcia**

Managua, 19 de septiembre de 2017

INDICE

Introducción	1
Objetivos	2
Justificacion	3
Marco Teorico	4
Analisis y Presentacion de Resultados	9
Capítulo 1. Preliminares	10
Capítulo 2. Condiciones Tecnicas.....	15
Capítulo 3. Diseño Final	17
-Censo de Carga	17
-Selección de Transformadores	21
-Caída de Tensión	25
-Calculo Mecánico	33
-Finalización de Planos	41
Capítulo 4. Ejecución del Proyecto	68
Conclusiones	79
Bibliografia	80
Glosario.....	81
Anexos	83

*"GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE - DISSUR"*

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico Primeramente a Dios, ya que sin él nada es posible y sin él no habría logrado nada en mi vida. A mi papá que me acompaña desde el cielo por que hasta su último suspiro me amó incondicionalmente y sé que en este momento se siente muy orgulloso, siendo tan importante para él como para mí. A mi mamá por su amor y apoyo incondicional, por acompañarme en los momentos más importantes de mi vida y estar ahí para mí. A mis hermanas por acompañarme siempre, ser el pilar de mi vida, estando siempre sin importar las diferencias que tengamos, porque el mas grande amor que existe es el de hermanas.

A mi tía Juanita por ser como mi madre, por ofrecerme siempre su apoyo, por compartir conmigo los momentos buenos y malos. A Blanquita y José que son como mis hermanos que también me han brindado su apoyo. A Francisco por apoyarme, y mas que un cuñado ser un hermano.

Finalmente pero no menos importante a mí esposo Bernardo, que me apoya y acompaña siempre, gracias por amarme así como soy. Si alguno de ustedes me hubiera faltado mi historia seria otra.

Resumen del tema.

En el presente documento se desarrollan los criterios básicos de diseño de redes de distribución Bajo la Normativa Vigente de Disnorte – Dissur Proyecto Tipo, esto con el fin de dar una herramienta a los usuarios de la presente Guía para realizar sus diseños.

Se enuncian los aspectos generales a tener en cuenta al dar inicio a un diseño y para desarrollar el mismo, así como determinar la demanda, calibres de conductores, tipos de postes etc.

En esta guía se muestran los requisitos solicitados por la distribuidora para presentar un diseño y abrir un expediente para tramites de aprobación, que incluye documentación legal del cliente, planos y cálculos, de faltar alguno de los mencionados el expediente para trámite de aprobación de diseño no será dado de alta.

Para solicitar la aprobación de diseño y construcción se abre un expediente de obra en Disnorte – Dissur, este expediente solo puede abrirlo un representante de una Empresa Homologada, es decir una Empresa de Construcción Eléctrica que tenga Licencia de Disnorte – Dissur para realizar estos trámites.

I. Introducción.

Las redes de distribución de energía vienen cambiando sus características de construcción a medida que avanzan los años dependiendo del comportamiento de las antiguas estructuras y de otros factores como cambios de la empresa que rige la distribución eléctrica del país.

En la actualidad se están desarrollando nuevos proyectos como Urbanizaciones, Condominios, Comercios, industrias etc., los cuales requieren alimentación eléctrica ya sea monofásica, bifásica o trifásica y el punto inicial para poder desarrollar estos proyectos es el diseño.

Actualmente la empresa encargada de realizar la distribución de la energía es Disnorte – Dissur quienes aprueban los diseños y la ejecución de Proyectos de Nuevas Redes eléctricas de Media Tensión, los mismos deben elaborarse bajo la normativa vigente de Disnorte – Dissur, la cual es conocida como Proyecto Tipo.

En el presente documento se desarrollan los criterios básicos de diseño de redes de distribución en media y baja tensión; entre los cuales se enuncian los pasos a seguir y cálculos a realizar al momento de elaborar un diseño a presentar ante la distribuidora de energía para su aprobación.

Se muestran y desarrollan los Requisitos solicitados por la distribuidora para poder abrir un expediente y así realizar los trámites de aprobación de diseño.

Para poder abrir un expediente el cliente o dueño de la propiedad que requiere energía debe contratar a una Empresa Homologada, es decir una empresa que tenga licencia de parte de la distribuidora para realizar diseños y presentarlos a la distribuidora, es decir únicamente las empresas homologadas tienen autorización, a través de sus representantes, para abrir expedientes y solicitar aprobación de diseño y construcción.

II. Objetivos del tema.

Objetivo General:

Desarrollar una Guía para Elaborar un Diseño de una Red de Distribución Eléctrica de Media y Baja Tensión en Base a la Normativa Vigente de Disnorte – Dissur.

Objetivos Específicos:

- Establecer los criterios, métodos y cálculos a utilizar para la elaboración de un diseño
- Proveer a los diseñadores de una herramienta útil con la cual poder desarrollar sus proyectos de forma eficaz y eficiente.
- Mostrar cada uno de los requerimientos solicitados por la compañía distribuidora
- Facilitar la presentación y por tanto la aprobación de los diseños por parte de la distribuidora de energía.
- Cuantificar los Costos incluidos tanto al presentar el diseño como al ejecutar el proyecto.

III. Justificación.

Académica:

Desde el punto de vista académico, el desarrollo del presente trabajo servirá para que el autor de este estudio pueda aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, sintetizándolos y aplicándolos en el desarrollo de esta Tesis y así culminar satisfactoriamente sus estudios de Ingeniería Eléctrica. Además de compartir sus conocimientos con maestros y alumnos de la institución a quienes también les servirá para aplicarlo en otros trabajos de investigación.

Institucional:

Se pretende que a través del presente documento el Diseñador de Redes de Distribución Eléctrica tenga una herramienta que sirva como guía al momento de realizar un Diseño y así desarrollar paso a paso el mismo, cumpliendo con la Normativa Vigente, así su proyecto sea aprobado sin mayores dificultades.

A través de este documento el usuario podrá asegurar que su diseño cumpla con los requerimientos legales y de cálculos exigidos por la distribuidora.

IV. Marco teórico.

4.1. Redes de Distribución de Energía

La distribución de energía eléctrica es la parte del sistema de suministro eléctrico en la que la energía es llevada desde las subestaciones de alta tensión hasta las subestaciones de distribución o entre dos subestaciones de distribución.

4.2. Disnorte – Dissur

Empresa Privada de encargada de la Distribución de Energía en Nicaragua, se le conoce también como la distribuidora.

Sus siglas significas Distribuidora de Electricidad del Norte (Disnorte o mas abreviado DN) y Distribuidora de Electricidad del Sur (Dissur o mas abreviado DS).

4.3. Normativa Disnorte – Dissur

Esta normativa también es conocida como Proyecto Tipo, en ella se contiene todas las estructuras o armados para construcción de redes de distribución de media y baja tensión.

4.4. Apertura de Expediente

Para presentar un diseño para aprobación por Disnorte – Dissur, debe Aperturar un expediente de obras, cumpliendo una serie de requisitos detallados en el desarrollo de esta guía.

4.5. Check List

Listado de documentos requeridos para la apertura de un expediente de obra¹.

4.6. Guía

Libro de indicaciones, lista de datos o información referentes a tema determinado, dirige encamina

4.7. Condiciones Técnicas (Factibilidad)

Documento emitido por DN-DS en el cual se informa a un cliente en específico que en las redes existentes hay condiciones para el desarrollo de un nuevo proyecto, el mismo debe ser solicitado antes de abrir un expediente en DN-DS

¹ Información Suministrada por Departamento Técnico de Disnorte – Dissur.

4.8. Censo de Carga

Conteo o inventario de equipos o artefactos eléctricos cuya característica final es la potencia en kilowatts (KW)

4.9. Caída de Tensión

Caída de Tensión de un conductor es la diferencia de potencial que existe entre los extremos del mismo. Este valor se mide en voltios y representa el gasto de fuerza que implica el paso de la corriente por el mismo.

4.10. Calculo Mecánico

A través del cual se justifica la selección de los apoyos, selección de retenidas y tendido del conductor, con lo cual se garantiza la confiabilidad de las redes, manteniendo las distancias mínimas de seguridad y la estabilidad en condiciones normales y anormales climatológicas.

4.11. Apoyo o Poste

Punto de sujeción o soporte de la red los cuales pueden ser de Hormigón, Madera o Fibra. Son la columna vertebral de las redes de distribución eléctrica, se utilizan como apoyo de los armados de media y baja tensión. Además sirven para dar la altura adecuada a los conductores de la red de distribución. Se pueden clasificar según su resistencia, longitud o material de construcción. Deben traer una placa de identificación con datos de altura, peso, danaje, fecha de fabricación y marca o fabricante.

4.12. Materiales

Todos los materiales usados en las instalaciones eléctricas, incluyendo los utilizados para la construcción de redes de distribución eléctrica, deben tener una certificación que asegure el cumplimiento de las normas exigidas por la distribuidora; y las marcas deben estar homologadas por la distribuidora.

4.13. Conductores

Los conductores son los encargados del transporte de energía desde Plantas de Generación de Energía a las Subestaciones y de estas hasta los Transformadores de Distribución y finalmente de estos a los Usuarios. Son el elemento más delicado de todo el conjunto en las redes de distribución ya que dependiendo del buen estado de estos así será la calidad en el servicio de energía.

4.14. Aisladores

Estos son los encargados de aislar las líneas de las estructuras o armados en cada poste. Se usan dependiendo del nivel tensión y el tipo de armado que hay en cada apoyo.

4.15. Herrajes

Se consideran bajo esta denominación todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores a la estructura, los de fijación del conductor al aislador, los de fijación de las retenidas, los elementos de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor, como conectores, empalmes y separadores. Deben ser de acero galvanizado.

4.16. Transformadores de Distribución

En los sistemas de distribución todos los transformadores son usados para reducir los niveles de tensión de la energía eléctrica en ese punto. Las relaciones de transformación de tensión más comunes en distribución a nivel nacional son:

Tensión de Entrada	Tensión de Salida
14.4/24.9kv	240/480v
14.4/24.9kv	120/240v
7.6/13.2kv	240/480v
7.6/13.2kv	120/240v

Para las transformaciones de media tensión a baja tensión se emplean transformadores monofásicos con los siguientes valores de potencia o nominales: 10 - 15 - 25 - 37.5 - 50 - 75 kVA. El sistema de protecciones de un transformador de distribución consta de cortacircuitos, fusibles y pararrayos tipo válvula y sistema de puesta a tierra.

4.17. Armados de Media Tensión

Se le llama armados al conjunto de crucetas, aisladores y herrajes que se instalan en un poste. Las principales características que diferencian a los armados son la cantidad de crucetas y el tipo de aisladores.

La cantidad y tipo de armados que se instalen en un apoyo define el tipo de estructura y la función que va a tener ese punto dentro del sistema.

Los armados utilizados en sistemas de distribución con redes aéreas son los siguientes:

4.17.1. Armado en Alineación <5° (Apoyo AL): Apoyo en alineamiento, cuando el apoyo es tangente a la red, ó la línea forma un ángulo no mayor de 5° en este punto.

4.17.2. Armado en Angulo (Apoyo AG): Apoyo en Angulo, Este armado se utiliza cuando el conductor de la red de distribución forma un ángulo entre 5° y 30° al realizar un cambio de dirección. Estos cambios de dirección en el conductor se pueden deber a la forma de la carretera, en el caso que las líneas se encuentren paralelas a alguna vía, que en un punto realiza una curva

4.17.3. Armado en Anclaje (Apoyo AC): Apoyo de Anclaje, Este armado se utiliza cuando el conductor de la red forma un ángulo de 30° a 60° o de 60° a 90° al realizar un cambio de dirección en su paso por este apoyo o cuando en un punto de la red se quiere realizar un corte o amarre. Cuando se está construyendo una línea nueva, normalmente se colocan los anclajes según la longitud de los conductores que vienen en cada bobina, aunque esto lo define el diseñador, cuando la línea remata en este punto y existe prolongación de línea.

4.17.4. Armado Fin de Línea (Apoyo FL): Apoyo Fin de Línea, cuando la línea remata y finaliza la red, no hay prolongación de línea

4.18. Vano:

Porción de red comprendida entre dos apoyos consecutivos ó adyacentes, cuya distancia se mide en metros (m)

4.19. Flecha

Diferencia de altura entre la línea imaginaria que une los puntos de apoyo de un conductor en un vano con respecto al punto de inflexión del conductor en el mismo vano. Se mide en metros (m)

4.20. Cantón

Porción de red comprendida entre dos apoyos de anclaje (AC) consecutivos, pero no necesariamente adyacentes, puede contener varios vanos con Apoyos AL o AG

4.21. Vano de Regulación

Es el vano equivalente a todos los vanos de un cantón que hace que la componente horizontal de la tensión del conductor sea constante en cada vano del cantón (teorema catenaria)

4.22. Gravivano

Se denominan gravivano a la longitud de vano que hay que considerar para determinar los esfuerzos verticales que debido a los pesos aparentes de conductores se transmite al apoyo, dicha longitud viene determinada por la distancia horizontal que existe entre vértices de las catenaria de los vanos contiguo a los apoyos.


4.23. Eolovano

Se define eolovano como la longitud de vanos horizontal a considerar para la determinación del esfuerzo transversal que, debido a la acción del viento sobre los conductores, estos transmiten al apoyo. Esta longitud queda determinada por la semisuma de los dos vanos contiguo al apoyo.

V. Análisis y Presentación de Resultados.

Requerimientos solicitados por Disnorte – Dissur (Check List)

Tabla N° 1: Check List Disnorte - Dissur²

 DOCUMENTOS A PRESENTAR PARA LA APERTURA DE UN EXPEDIENTE DE OBRA CLIENTE			
Nombre o Razón Social:			
No. Teléfono de Contacto:			
No. Expediente:			
ITEM	DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	VAL.
Documentación del Solicitante	Carta de Solicitud	Carta del cliente dirigida a DISNORTE-DISSUR, solicitando la aprobación del diseño y/o construcción y solicitud de servicio de energía eléctrica, en la misma deberá indicar sus datos como correo electrónico, número de teléfono de contacto (celular, empresa u oficina), así como los alcances técnicos más relevantes a lo cual autoriza a su Contratista (indicar razón social del contratista); en caso de aumento de potencia indicar el número NIS.	
	Carta Macro	Carta donde el cliente certifica el plano macro y las etapas a construir	
	Carta de Intención	Carta del cliente hacia DISNORTE-DISSUR manifestando que los materiales utilizados para realizar una obra de conexión de red serán con Aporte Financiero Reembolsable / donación o Privados. Debe ser firmada por el Representante Legal del Proyecto.	
	Copia de cédula de identidad	Copia de cédula de identidad del solicitante, si es nicaragüense	
		Copia de cédula de residencia del solicitante, si es extranjero	
	Copia cédula RUC	Copia de cédula del número de registro único del contribuyente (RUC), en caso de ser persona jurídica	
	Constancia de uso de suelo	Constancia emitida por la Alcaldía municipal, la que consiste en brindar información urbanística sobre un lote de terreno específico, la cual sirve para iniciar los trámites de la obtención del permiso de construcción y obtener información técnica. Debe de especificar la categoría definida, como un proyecto de condominio, lotificación, urbanización, centro turístico, industria, comercio u otros, también deben especificar si las calles son de acceso público.	
	Para Urbanizaciones de interés social	En caso de viviendas de Interés social, presentar declaratoria emitida por el INVUR que corresponda con la cantidad de viviendas del proyecto a desarrollar.	
	Condiciones técnicas de conexión.	Documento de DISNORTE-DISSUR, emitido previamente a la apertura del expediente, donde se indica disponibilidad y condiciones técnicas de conexión.	
	Carta solicitud para formalizar contrato de Medida Totalizadora	Carta del cliente solicitando la formalización del contrato de medida totalizadora que aplica para: Condominio, zona franca, plaza o centro comercial, centro turísticos o complejos de oficina.	
Documentos Legales	Poder de representación del dueño a la empresa contratada	Documento mediante el dueño o solicitante confía las gestiones pertinentes a la ejecución de obra a la empresa contratista. (Este puede ser Poder Generalísimo, Poder General o Poder Especial).	
	Copia de escritura pública de la propiedad o contrato de arriendo.	Escritura que acredita la propiedad de una vivienda o finca y en la que se describe la fecha y forma en que se adquirió, así como las características principales del inmueble o cualquier limitación a la titularidad o a las facultades de disposición de la misma. (Autenticada por un notario público e inscrita en el registro de la propiedad).	
	Copia de escritura de constitución del cliente.	Contrato de sociedad por el cual dos o más se obligan a poner en común, dinero, bienes o industrias, con ánimo de partir entre sí las ganancias. (Autenticada).	
	Poder de representación legal de la sociedad.	Poder que indica que está facultado para comparecer ante DISNORTE-DISSUR.	
Documentos Técnicos	Planos	Planos impresos con estaqueo inserto, conteniendo la información existente o a construir de la red de media y/o baja tensión, alumbrado público, detalles de acometidas, información cartográfica del sitio donde se construirá el proyecto y que son necesarios para la aprobación del diseño, debidamente firmados y sellados por la empresa contratista. (Planos impreso/digital)	
	Memoria de Cálculo	Cálculo de caída de tensión y pérdidas técnicas en redes de baja tensión, cálculo de selección de transformadores, cálculos mecánicos y tendido (Tablas de representación de resultados). Memoria impresa y digital.	
	Censo de Carga	Carga proyectada de utilización del proyecto, este debe ser presentado en el formato establecido por DISNORTE-DISSUR. Memoria impresa y digital	
Nota: En la Primera revisión de Diseño se requiere un juego de planos, memoria de cálculos y censo de carga, de forma impresa y digital. Para firma de aprobación se solicitarán tres copias.			

En la presente Guía nos concentraremos en desarrollar los Requerimientos Técnicos del Check List, aunque se tocan algunos puntos de la documentación del solicitante, ya que le corresponde al diseñador enviar formatos de cartas de solicitud de aprobación y de condiciones técnicas.

En los siguientes puntos se dará a conocer como llegar a cumplir con cada uno de los puntos de los requerimientos técnicos.

Capítulo I

² Check List Suministrado por Disnorte – Dissur, Departamento Técnico, Ing. Walter Pineda.

Preliminares

1. Pasos Previos a dar inicio al Diseño

1. Solicitar al cliente Planos Arquitectónicos del sitio, indicando el tipo de construcción, si el cliente no los tiene elaborarlos.
2. Solicitar al cliente Reunión en el sitio para tomar los datos de las redes existentes, tomar coordenadas con GPS configurado en coordenadas UTM, anotar códigos BDI de transformadores y/o seccionadores existentes cercanos, la distribuidora solicita que se tomen como mínimo 2 BDI de referencia.
3. Solicitar al cliente censo de carga de los equipos a instalar
4. Solicitar al cliente la documentación legal definida en el Check List.
5. Luego de la visita, con los datos que se tomen en campo y con el censo de carga entregado por el dueño, enviarle los formatos de las cartas:

- 5.1. Depende de la zona donde se realizará los trabajos es a quien deben dirigirse las cartas³:

Ing. María Teresa Rojas Balmaceda	Provisión de Servicios Sector Managua
Ing. Hernaldo Ramón Rodríguez Amador	Provisión de Servicios Sector Norte
Ing. Felipe Antonio Herrera González	Provisión de Servicios Sector Occidente
Ing. Alejandro Augusto Cajina Gutiérrez	Provisión de Servicios Sector Oriente
Ing. Nahyma Esperanza Cerna Sánchez	Provisión de Servicios Sector Sur

- 5.2. A continuación se muestran formatos y ejemplos de las cartas a entregar por parte del cliente:

a. Solicitud de Condiciones Técnicas

La solicitud de Condiciones Técnicas se entrega previa a la apertura del expediente. Este es un documento donde DN-DS indica disponibilidad y condiciones técnicas de conexión para el nuevo proyecto.

Este formato debe de la solicitud de condiciones técnicas se debe mantener como se muestra a continuación, ya que este es estipulado así por la distribuidora, de no ser así el mismo será rechazado.

³ En caso que DN-DS cambie este personal notifica a las empresas homologadas.

Ing. María Teresa Rojas Balmaceda
Provisión de Servicios Sector Managua
DISNORTE-DISSUR
COMTECMA

Managua, __ de _____ del 20__.

Yo _____ con cédula de identidad _____
o pasaporte _____, del país de _____. Solicito
factibilidad de condiciones técnicas para la instalación de ____ banco(s) de
transformador(s) de _____ KVA, que alimentará una carga de
_____ kW; iniciando su instalación el _____ y
localizándose en la _____ siguiente dirección:

Municipio: _____ Departamento: _____.

Nombre del Proyecto: _____.

Uso final de la energía: _____.

Para lo cual autorizó a la empresa _____ a realizar, en mi nombre y por mi
cuenta, ante DISNORTE DISSUR las siguientes gestiones:

- Tramitar únicamente la solicitud de condiciones técnicas para la conexión
(nueva conexión ó Aumento de potencia).
- Recibir las condiciones técnicas relativas a dicha solicitud.

Datos consultor eléctrico:

Representante Legal:
Correo electrónico:

Teléfono(s):

Acompañado a esta comunicación se adjunta los siguientes documentos:

1. Número de Suministro NIS: _____ (en caso de Aumentos de
Potencia)
2. Plano digital (AutoCAD 2006) del proyecto geo referenciado con
coordenadas cartesianas UTM, zona 16, sistema WGS84.
3. Cronograma de ejecución del proyecto
4. Análisis de demanda y Censo de Carga (aproximado)
5. Nivel de Tensión (media y baja)
6. Código BDI más cercano al sitio: CT (_____), Trafo1(_____),
Trafo2(_____), Trafo3(_____)

Observaciones Relevantes:

Firma del solicitante y Sello:

Representante Legal del Proyecto

Nota: De preferencia, debe estar en papel membretado de la empresa dueña del proyecto pero conservando el formato y puede ser enviado por correo electrónico debidamente escaneada, enviada a mterojasb@disnorte-dissur.com.ni confirmando su recibo con correo de respuesta.

b. Solicitud del cliente

Carta del cliente dirigida a DISNORTE-DISSUR, solicitando la aprobación del diseño y/o construcción y solicitud de servicio de energía eléctrica, en la misma deberá indicar sus datos como correo electrónico, número de teléfono de contacto (celular, empresa u oficina), así como los alcances técnicos más relevantes (Carga en kW solicitada y kVA solicitados), a lo cual autoriza a su Contratista (indicar razón social del contratista); en caso de aumento de potencia indicar el número NIS.

No existe un formato específico emitido por DN-DS para esta carta, se presenta un ejemplo para dicha solicitud, pero la misma puede ser modificada.

Managua, _____

Ing. María Teresa Rojas Balmaceda
Provisión de Servicios Sector Managua
DISNORTE-DISSUR
COMTECMA

Estimada Ing. Rojas:

Por este medio le solicito Aprobación de Diseño y Construcción de Proyecto _____, el cual esta ubicado en _____.

Datos del cliente y del proyecto:

Empresa: _____
Representante Legal: _____
Teléfono: _____
Correo: _____
Carga a instalar kW: _____
kVA a instalar: _____

Se autoriza a la empresa _____ a realizar los trámites correspondientes de la autorización de diseño y construcción.

Sin más a que referirme me despido,

Atentamente,

**Nombre, Firma y Sello del
Representante Legal**

c. Carta Macro

Carta del cliente certificando que el plano entregado es el plano macro del proyecto y las etapas en que será construido el proyecto, con las fechas en que se planea construir cada una de ellas.

De esta carta la distribuidora no da formato específico, se presenta un ejemplo como puede elaborarse la carta.

Managua, _____

**Ing. María Teresa Rojas Balmaceda
Provisión de Servicios Sector Managua
DISNORTE-DISSUR
COMTECMA**

Estimada Ing. Rojas:

Por este medio le hago constar que el Plano entregado por _____ del Proyecto _____, es el Plano macro y el mismo será ejecutado en _____ Etapas. Estas serán ejecutadas:

1ra Etapa _____

2da Etapa _____, etc.

Sin más a que referirme me despido,

Atentamente,

**Nombre, Firma y Sello del
Representante Legal**

d. Carta de Intención

Carta del cliente solicitando que el proyecto sea aporte reembolsable, privado o donado.

Managua, _____

**Ing. María Teresa Rojas Balmaceda
Provisión de Servicios Sector Managua
DISNORTE-DISSUR
COMTECMA**

Estimada Ing. Rojas:

Por este medio le hago se solicita que la inversión hecha en el Proyecto _____, sea manejado bajo la modalidad de (aporte reembolsable, privado o donado).

Sin más a que referirme me despido,

Atentamente,

**Nombre, Firma y Sello del
Representante Legal**

- **Nota:** En el caso de todas las cartas emitidas por el cliente estas deben ser en hoja membretada, firmadas y selladas, si se trata de persona jurídica, en los casos de las personas naturales solo firma y se omite la parte legal que se le solicita a las empresas.

Capítulo II Condiciones Técnicas

Antes de dar inicio de lleno al diseño, lo primero es solicitar condiciones técnicas de conexión, para que Disnorte – Dissur indique si en sus redes hay condiciones para alimentar la nueva red a construir.

Requisitos para solicitar Condiciones Técnicas

- 2.1. Carta del cliente solicitando Condiciones Técnicas, cuyo formato se expuso en capítulo I.
- 2.2. Plano de la Red de Media Tensión
- 2.3. Con los datos recopilados en campo se da inicio al primer borrador del diseño, el cual debe contener al menos dos códigos BDI de referencia, los más cercanos al sitio. Plano en digital debe presentarse en AutoCAD 2006, estar geo referenciado con coordenadas cartesianas UTM, zona 16, sistema WGS84.
- 2.4. Censo de Carga Aproximado

Herramienta con la que se determina la demanda o carga a instalar y en base a cual se hará selección de transformadores. El formato en el cual se debe entregar el Censo de Carga es el siguiente:

Tabla N° 2: Formato Censo de Carga⁴

CENSO DE CARGA													
PROYECTO _____													
Tipo de Instalación				Uso Final de la energía									
Equipos a Instalar				Carga Monofásica				Carga Trifásica					
Item	Cant	Descripción	Hilos	Vn (V)	In (A)	P (kW)	Total (kW)	Vn (V)	In (A)	P (kW)	Total (kW)		
1							0.00				0.00		
2							0.00				0.00		
3							0.00				0.00		
4							0.00				0.00		
5							0.00				0.00		
6							0.00				0.00		
7							0.00				0.00		
8							0.00				0.00		
9							0.00				0.00		
10							0.00				0.00		
Potencia Total a Instalar				kW Monofásicos Instalados				0.00	kW Trifásicos Instalados				0.00
Nota: Datos Obligatorios a digitar * Tipo de Condominio * Cantidad de Equipos con iguales característica * Potencia por equipo en kW				Factor de Demanda					Factor de Demanda				
				kW Monofásicos Máximos				0.00	kW Trifásicos Máximos				0.00
				Factor de Carga					Factor de Carga				
				kW Monofásicos Promedio				0.00	kW Trifásicos Promedio				0.00
				Factor de Potencia				0.90	Factor de Potencia				0.90
				kVA Monofásicos Promedio				0.00	kVA Trifásicos Promedio				0.00
Potencia Total Instalada								0.00	Dato para el alta del expediente				

Nota: Datos Obligatorios a digitar

* Tipo de Condominio

* Cantidad de Equipos con iguales característica

* Potencia por equipo en kW

Más adelante se mostrará la forma correcta de llenar los espacios de este formato.

⁴ Formato de Censo de Carga Suministrado por Disnorte – Dissur, Departamento Técnico, Ing. Walter Pineda.

- 2.5. Cronograma de ejecución del proyecto. En el mismo se deben presentar las etapas en las que se ejecutara el proyecto y cuando serán ejecutadas las mismas.
- 2.6. En el caso de Aumento de Potencia se debe incluir en la solicitud el número NIS del cliente.

La solicitud debe entregarse en digital, esta puede ser enviada por correo o personalmente en un CD.

Capítulo III Diseño Final

En este capítulo se mostrará con ejemplos paso a paso como debe elaborarse el diseño final a entregar a Disnorte – Dissur para apertura del expediente obras para aprobación de diseño.

Si bien hemos dicho que primero se debe solicitar condiciones técnicas, se puede avanzar con el resto del diseño mientras la misma esta en trámite, así en cuanto se tenga la misma y el resto de documentos legales del cliente se puede imprimir los planos armar el expediente y abrir.

Como se menciona en el capítulo anterior se debe tomar los datos recopilados en campo para iniciar el diseño, en este punto para la solicitud de condiciones técnicas se elaboro el primer borrador del diseño, en base a este se inicia con los cálculos requeridos y al finalizar los mismos se trabajan los planos finales a entregar⁵.

3.1. Pasos del diseño

1. Censo de Carga

El censo de carga es la herramienta con la que se determinara la demanda, en él se contienen los equipos que se tienen considerados instalar en el proyecto a desarrollar y en base al cual se hará selección de transformadores. El Censo de Carga debe presentarse en el siguiente formato:

Tabla N° 3: Formato autorizado por Disnorte – Dissur para presentar censo de carga⁶

CENSO DE CARGA											
PROYECTO _____											
Tipo de Instalación			Uso Final de la energía								
Item	Equipos a Instalar			Carga Monofásica				Carga Trifásica			
	Cant	Descripción	Hilos	Vn (V)	In (A)	P (kW)	Total (kW)	Vn (V)	In (A)	P (kW)	Total (kW)
1							0.00				0.00
2							0.00				0.00
3							0.00				0.00
4							0.00				0.00
5							0.00				0.00
6							0.00				0.00
7							0.00				0.00
8							0.00				0.00
9							0.00				0.00
10							0.00				0.00
Potencia Total a Instalar				kW Monofásicos Instalados				kW Trifásicos Instalados			
				Factor de Demanda				Factor de Demanda			
				kW Monofásicos Máximos				kW Trifásicos Máximos			
				Factor de Carga				Factor de Carga			
				kW Monofásicos Promedio				kW Trifásicos Promedio			
				Factor de Potencia				Factor de Potencia			
				kVA Monofásicos Promedio				kVA Trifásicos Promedio			

Para llenar este formato primero debemos definir la demanda requerida por el cliente, en este censo no se incluyen los tomacorrientes generales, únicamente equipos que se planean instalar, también se deben tomar en cuenta los factores de carga y de demanda en base a la siguiente tabla:

Tabla N° 4: Factores de Demanda y Carga Típicas⁷

Factores de Demanda y de Cargas Típicas		
Instalación Típica	FD	FC
Residencias sin Aire/Acondicionado	32%	60%
Residencias con Aire/Acondicionado	50%	70%
Apartamentos	40%	50%
Hospitales	40%	65%
Escuelas	70%	80%
Bancos y Financieras	70%	80%
Iglesias	60%	70%
Hoteles	50%	60%
Oficinas	65%	80%
Tiendas, Librerías, etc	65%	60%
Supermercados	80%	75%

En el caso de los motores se aplica factor de demanda 1 ya que en el momento del uso el mismo consumo es del 100% y factor de carga 0.90 ya que por lo general el uso de los motores es continuo.

A continuación se muestran ejemplos de clientes diferentes:

➤ Cargas Monofásicas

Residenciales y Lotificaciones

Tabla N° 5: Ejemplo de Censo de Carga Residencia sin Aire Acondicionado

CENSO DE CARGA
RESIDENCIA SIN AIRE ACONDICIONADO

Tipo de Instalación:				RESIDENCIAL			
Item	Cant	Equipos a Instalar		Carga Monofásica			
		Descripción	Hilos	Vn (V)	In (A)	P (kW)	Total (kW)
1	1	TV. COLOR Pantalla Plana de 21"	2	120	0.76	0.09	0.09
2	7	LUMINARIAS AHORRATIVAS 25W	2	120	2.08	0.25	1.75
3	1	PLANCHA DE ROPA 1000 WATTS	2	120	8.33	1.00	1.00
4	1	REFRIGERADORA DE 16' CÚBICOS	2	120	3.42	0.41	0.41
5	1	MICROONDAS	2	120	8.33	1.00	1.00
Potencia Total a Instalar				kW Monofásicos Instalados			4.25
				Factor de Demanda			0.32
				kW Monofásicos Máximos			1.36
				Factor de Carga			0.60
				kW Monofásicos Promedio			0.82
				Factor de Potencia			0.85
				kVA Monofásicos Promedio			0.96
Potencia KW Total Instalada por vivienda							4.25
Dato para el alta del expediente							

⁷ Factores de Demanda y de Cargas Típicas Curso Criterios de Diseño impartido por Disnorte – Dissur, teniendo como orador al Ing. Oscar Gutiérrez

**“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”**

Tabla N° 6: Ejemplo Censo de Carga Residencias con Aire Acondicionado

**CENSO DE CARGA POR VIVIENDA
VIVIENDA CON AIRE ACONDICIONADO**

Tipo de Instalación:				RESIDENCIAL				
					</			

Clientes con Transformador Exclusivo Monofásico (Como hospitales, oficinas iglesias etc., se dará como ejemplo una oficina, pero en todos los casos la forma de llenar los espacios es la misma, solo varia el factor de demanda y de carga)

Tabla N° 7: Ejemplo Censo de Carga Oficina

**CENSO DE CARGA
Oficina**

Tipo de Instalación:				Oficina			
Equipos a Instalar				Carga Monofásica			
Item	Cant	Descripción	Hilos	Vn (V)	In (A)	P (kW)	Total (kW)
1	10	LAMPARAS 4X32 WATTS	2	120	1.07	0.128	1.28
2	10	COMPUTADORAS	2	120	3.00	0.36	3.60
3	1	CAFETERA	2	120	45.00	5.40	1.00
4	1	MICROONDAS	2	120	8.33	1.00	1.00
5	4	IMPRESORAS	2	120	4.17	0.500	2.00
6	1	FOTOCOPIADORA	2	120	10.83	1.3	1.30
7	1	REFRIGERADORA DE 17' CÚBICOS	2	120	2.28	0.2731	0.27
8	1	AIRE ACONDICIONADO DE 60,000 BTU	3	240	73.25	17.58	17.58
Potencia Total a Instalar				kW Monofásicos Instalados			28.03
				Factor de Demanda			0.65
				kW Monofásicos Máximos			18.22
				Factor de Carga			0.80
				kW Monofásicos Promedio			14.58
				Factor de Potencia			0.85
				kVA Monofásicos Promedio			17.15

➤ **Carga Trifásica**

Tabla N° 8: Ejemplo Censo de Carga Motor

CENSO DE CARGA							
BOMBA DE AGUA							
Tipo de Instalación:			BOMBEO				
	Equipos a Instalar			Carga Trifásica			
Item	Cant	Descripción	Hilos	Vn (V)	In (A)	P (kW)	Total (kW)
1	1	BOMBA TRIFASICA 100 HP	4	480	105.65	74.57	74.57
	Potencia Total a Instalar			kW Trifásicos Instalados		74.57	
				Factor de Demanda		1.00	
				kW Trifásicos Máximos		74.57	
				Factor de Carga		0.90	
				kW Trifásicos Promedio		67.11	
				Factor de Potencia		1.00	
				kVA Trifásicos Promedio		67.11	

➤ **Cargas Monofásicas combinas con Trifásicas**

Tabla N° 9: Ejemplo Censo de Carga Motor

CENSO DE CARGA													
Cargas Combinas (Monásica y Trifásica)													
Tipo de Instalación:				Oficinas									
Item	Cant	Equipos a Instalar Descripción	Hilos	Carga Monofásica				Carga Trifásica					
				Vn (V)	In (A)	P (kW)	Total (kW)	Vn (V)	In (A)	P (kW)	Total (kW)		
1	87	Luminaria para empotrar cielo tubos LED 2x4 50W	2	120	0.42	0.05	4.35				0.00		
2	17	Luminaria Downlight LED 40W	2	120	0.33	0.04	0.68				0.00		
3	9	Luminaria Fluorescente Compacta 20W	2	120	0.17	0.02	0.18				0.00		
4	2	Luminaria para Pared 30W	2	120	0.25	0.03	0.06				0.00		
5	7	Luminaria de Emergencia con rotulo de Salida, 20W	2	120	0.17	0.020	0.14				0.00		
6	2	Luminaria de Parqueo 100W	2	120	0.83	0.1	0.20				0.00		
7	161	COMPUTADORAS	2	120	1.67	0.2	32.20				0.00		
8	7	IMPRESORAS	2	120	5.00	0.60	4.20				0.00		
9	5	RACK DE SERVIDORES	2	120	8.33	1.00	5.00				0.00		
10	2	UNIDAD CONDENSADORA 14 TONELADAS	4				0.00	208	46.82	14.32	28.64		
11	2	UNIDAD CONDENSADORA 9 TONELADAS	4				0.00	208	24.59	7.52	15.04		
12	19	UNIDAD CASSETTE 4 VÍAS	2	120	0.88	0.105	2.00				0.00		
13	4	UNIDAD CASSETTE 2 VÍAS	2	240	0.44	0.105	0.42				0.00		
Potencia Total a Instalar				kW Monofásicos Instalados				49.43		kW Trifásicos Instalados		43.68	
				Factor de Demanda				0.65		Factor de Demanda		0.65	
				kW Monofásicos Máximos				32.13		kW Trifásicos Máximos		28.39	
				Factor de Carga				0.80		Factor de Carga		0.8	
				kW Monofásicos Promedio				25.70		kW Trifásicos Promedio		22.7136	
				Factor de Potencia				0.85		Factor de Potencia		0.85	
				kVA Monofásicos Promedio				30.24		kVA Trifásicos Promedio		26.72	

2. Selección de Transformadores

Para la selección de transformadores se toma como base la kW máximos calculados en el censo de carga.

➤ Transformadores Monofásicos

Disnorte – Dissur facilita una tabla para la selección de transformadores (Tabla 12) monofásicos para el caso de las urbanizaciones y condominios en base a la cantidad de viviendas y tomando en cuenta otros factores como es la tabla de demandas en residencias típicas y la tabla de coeficiente de simultaneidad, estas se muestran a continuación:

Tabla 10: Demandas en Residencias Típicas⁸

Demandas en Residencias Típicas		
Clasificación	kW instalados	kW Demandado
Clase A	41.67	8.0
Clase B	26.05	5.0
Clase C	15.63	3.0
Clase D	7.82	1.5
Clase E	5.21	1.0
Clase F	4.17	0.8
Clase G	3.13	0.6
Clase H	2.09	0.4

Tabla 11: Coeficiente de Simultaneidad⁹

Coeficiente de Simultaneidad	
Suministros	Factor
1	1.00
2 a 4	0.80
5 a 15	0.60
16 o más	0.40

♦ Selección de Transformadores Residencia sin Aire Acondicionado

Para el primer caso mostrado en Censo de Carga, residencia sin aire acondicionado, el Transformador T1 alimentara 70 Viviendas y el Transformador T2 alimentara 43 viviendas, se tiene que los kW máximos son 1.36, la selección de transformadores quedaría de la siguiente forma:

⁸ Demandas en Residencias Típicas Curso Criterios de Diseño impartido Disnorte – Dissur, teniendo como orador al Ing. Oscar Gutiérrez

⁹ Coeficiente de Simultaneidad Curso Criterios de Diseño impartido Disnorte – Dissur, teniendo como orador al Ing. Oscar Gutiérrez

**“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”**

Tabla 12: Ejemplo de Selección de Transformadores para Residencias Sin Aire Acondicionado¹⁰

SELECCIÓN DE TRANSFORMADORES DE PROYECTO RESIDENCIA SIN AIRE ACONDICIONADO																							
Nº DE TRAFO	Núm Clientes	Clientes Equiv.	Coef. De Simultaneidad				kW máximo por Cliente								kVA máximo por Cliente (cos phi = 0,85)								
			1	0.8	0.6	0.4	8	5	3	1.5	1.3	0.8	0.6	0.4	9.4	5.9	3.5	1.8	1.5	0.9	0.7	0.5	
			Rango = 1	Rango 2 / 4	Rango 5 / 15	Rango > 15	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	
	1	1	1	0	0	0	8.0	5.0	3.0	1.5	1.3	0.8	0.6	0.4	9.4	5.9	3.5	1.8	1.5	0.9	0.7	0.5	
	2	1.8	1	1	0	0	14.4	9.0	5.4	2.7	2.3	1.4	1.1	0.7	16.9	10.6	6.4	3.2	2.8	1.7	1.3	0.8	
	3	2.6	1	2	0	0	20.8	13.0	7.8	3.9	3.4	2.1	1.6	1.0	24.5	15.3	9.2	4.6	4.0	2.4	1.8	1.2	
	4	3.4	1	3	0	0	27.2	17.0	10.2	5.1	4.4	2.7	2.0	1.4	32.0	20.0	12.0	6.0	5.2	3.2	2.4	1.6	
	5	4	1	3	1	0	32.0	20.0	12.0	6.0	5.2	3.2	2.4	1.6	37.6	23.5	14.1	7.1	6.1	3.8	2.8	1.9	
	6	4.6	1	3	2	0	36.8	23.0	13.8	6.9	6.0	3.7	2.8	1.8	43.3	27.1	16.2	8.1	7.0	4.3	3.2	2.2	
	7	5.2	1	3	3	0	41.6	26.0	15.6	7.8	6.8	4.2	3.1	2.1	48.9	30.6	18.4	9.2	8.0	4.9	3.7	2.4	
	8	5.8	1	3	4	0	46.4	29.0	17.4	8.7	7.5	4.6	3.5	2.3	54.6	34.1	20.5	10.2	8.9	5.5	4.1	2.7	
	9	6.4	1	3	5	0	51.2	32.0	19.2	9.6	8.3	5.1	3.8	2.6	60.2	37.6	22.6	11.3	9.8	6.0	4.5	3.0	
	10	7	1	3	6	0	56.0	35.0	21.0	10.5	9.1	5.6	4.2	2.8	65.9	41.2	24.7	12.4	10.7	6.6	4.9	3.3	
	11	7.6	1	3	7	0	60.8	38.0	22.8	11.4	9.9	6.1	4.6	3.0	71.5	44.7	26.8	13.4	11.6	7.2	5.4	3.6	
	12	8.2	1	3	8	0	65.6	41.0	24.6	12.3	10.7	6.6	4.9	3.3	77.2	48.2	28.9	14.5	12.5	7.7	5.8	3.9	
	13	8.8	1	3	9	0	70.4	44.0	26.4	13.2	11.4	7.0	5.3	3.5	82.8	51.8	31.1	15.5	13.5	8.3	6.2	4.1	
	14	9.4	1	3	10	0	75.2	47.0	28.2	14.1	12.2	7.5	5.6	3.8	88.5	55.3	33.2	16.6	14.4	8.8	6.6	4.4	
	15	10	1	3	11	0	80.0	50.0	30.0	15.0	13.0	8.0	6.0	4.0	94.1	58.8	35.3	17.6	15.3	9.4	7.1	4.7	
	16	10.4	1	3	11	1	83.2	52.0	31.2	15.6	13.5	8.3	6.2	4.2	97.9	61.2	36.7	18.4	15.9	9.8	7.3	4.9	
	17	10.8	1	3	11	2	86.4	54.0	32.4	16.2	14.0	8.6	6.5	4.3	101.6	63.5	38.1	19.1	16.5	10.2	7.6	5.1	
	18	11.2	1	3	11	3	89.6	56.0	33.6	16.8	14.6	9.0	6.7	4.5	105.4	65.9	39.5	19.8	17.1	10.5	7.9	5.3	
	19	11.6	1	3	11	4		58.0	34.8	17.4	15.1	9.3	7.0	4.6		68.2	40.9	20.5	17.7	10.9	8.2	5.5	
	20	12	1	3	11	5		60.0	36.0	18.0	15.6	9.6	7.2	4.8		70.6	42.4	21.2	18.4	11.3	8.5	5.6	
	21	12.4	1	3	11	6		62.0	37.2	18.6	16.1	9.9	7.4	5.0		72.9	43.8	21.9	19.0	11.7	8.8	5.8	
	22	12.8	1	3	11	7		64.0	38.4	19.2	16.6	10.2	7.7	5.1		75.3	45.2	22.6	19.6	12.0	9.0	6.0	
	23	13.2	1	3	11	8		66.0	39.6	19.8	17.2	10.6	7.9	5.3		77.6	46.6	23.3	20.2	12.4	9.3	6.2	
	24	13.6	1	3	11	9		68.0	40.8	20.4	17.7	10.9	8.2	5.4		80.0	48.0	24.0	20.8	12.8	9.6	6.4	
	25	14	1	3	11	10		70.0	42.0	21.0	18.2	11.2	8.4	5.6		82.4	49.4	24.7	21.4	13.2	9.9	6.6	
	26	14.4	1	3	11	11		72.0	43.2	21.6	18.7	11.5	8.6	5.8		84.7	50.8	25.4	22.0	13.6	10.2	6.8	
	27	14.8	1	3	11	12		74.0	44.4	22.2	19.2	11.8	8.9	5.9		87.1	52.2	26.1	22.6	13.9	10.4	7.0	
	28	15.2	1	3	11	13		76.0	45.6	22.8	19.8	12.2	9.1	6.1		89.4	53.6	26.8	23.2	14.3	10.7	7.2	
	29	15.6	1	3	11	14		78.0	46.8	23.4	20.3	12.5	9.4	6.2		91.8	55.1	27.5	23.9	14.7	11.0	7.3	
	30	16	1	3	11	15		80.0	48.0	24.0	20.8	12.8	9.6	6.4		94.1	56.5	28.2	24.5	15.1	11.3	7.5	
	31	16.4	1	3	11	16		82.0	49.2	24.6	21.3	13.1	9.8	6.6		96.5	57.9	28.9	25.1	15.4	11.6	7.7	
	32	16.8	1	3	11	17		84.0	50.4	25.2	21.8	13.4	10.1	6.7		98.8	59.3	29.6	25.7	15.8	11.9	7.9	
	33	17.2	1	3	11	18		86.0	51.6	25.8	22.4	13.8	10.3	6.9		101.2	60.7	30.4	26.3	16.2	12.1	8.1	
	34	17.6	1	3	11	19		88.0	52.8	26.4	22.9	14.1	10.6	7.0		103.5	62.1	31.1	26.9	16.6	12.4	8.3	
	35	18	1	3	11	20		90.0	54.0	27.0	23.4	14.4	10.8	7.2		105.9	63.5	31.8	27.5	16.9	12.7	8.5	
	36	18.4	1	3	11	21		92.0	55.2	27.6	23.9	14.7	11.0	7.4		108.2	64.9	32.5	28.1	17.3	13.0	8.7	
	37	18.8	1	3	11	22			56.4	28.2	24.4	15.0	11.3	7.5			66.4	33.2	28.8	17.7	13.3	8.8	
	38	19.2	1	3	11	23			57.6	28.8	25.0	15.4	11.5	7.7			67.8	33.9	29.4	18.1	13.6	9.0	
	39	19.6	1	3	11	24			58.8	29.4	25.5	15.7	11.8	7.8			69.2	34.6	30.0	18.4	13.8	9.2	
	40	20	1	3	11	25			60.0	30.0	26.0	16.0	12.0	8.0			70.6	35.3	30.6	18.8	14.1	9.4	
	41	20.4	1	3	11	26			61.2	30.6	26.5	16.3	12.2	8.2			72.0	36.0	31.2	19.2	14.4	9.6	
	42	20.8	1	3	11	27			62.4	31.2	27.0	16.6	12.5	8.3			73.4	36.7	31.8	19.6	14.7	9.8	
T2	43	21.2	1	3	11	28			63.6	31.8	27.6	17.0	12.7	8.5			74.8	37.4	32.4	20.0	15.0	10.0	
	44	21.6	1	3	11	29			64.8	32.4	28.1	17.3	13.0	8.6			76.2	38.1	33.0	20.3	15.2	10.2	
	45	22	1	3	11	30			66.0	33.0	28.6	17.6	13.2	8.8			77.6	38.8	33.6	20.7	15.5	10.4	
	46	22.4	1	3	11	31			67.2	33.6	29.1	17.9	13.4	9.0			79.1	39.5	34.3	21.1	15.8	10.5	
	47	22.8	1	3	11	32			68.4	34.2	29.6	18.2	13.7	9.1			80.5	40.2	34.9	21.5	16.1	10.7	
	48	23.2	1	3	11	33			69.6	34.8	30.2	18.6	13.9	9.3			81.9	40.9	35.5	21.8	16.4	10.9	
	49	23.6	1	3	11	34			70.8	35.4	30.7	18.9	14.2	9.4			83.3	41.6	36.1	22.2	16.7	11.1	
	50	24	1	3	11	35			72.0	36.0	31.2	19.2	14.4	9.6			84.7	42.4	36.7	22.6	16.9	11.3	
	51	24.4	1	3	11	36			73.2	36.6	31.7	19.5	14.6	9.8			86.1	43.1	37.3	23.0	17.2	11.5	
	52	24.8	1	3	11	37			74.4	37.2	32.2	19.8	14.9	9.9			87.5	43.8	37.9	23.3	17.5	11.7	
	53	25.2	1	3	11	38				37.8	32.8	20.2	15.1	10.1				44.5	38.5	23.7	17.8	11.9	
	54	25.6	1	3	11	39				38.4	33.3	20.5	15.4	10.2				45.2	39.2	24.1	18.1	12.0	
	55	26	1	3	11	40				39.0	33.8	20.8	15.6	10.4				45.9	39.8	24.5	18.4	12.2	
	56	26.4	1	3	11	41				39.6	34.3	21.1	15.8	10.6				46.6	40.4	24.8	18.6	12.4	
	57	26.8	1	3	11	42				40.2	34.8	21.4	16.1	10.7				47.3	41.0	25.2	18.9	12.6	
	58	27.2	1	3	11	43				40.8	35.4	21.8	16.3	10.9				48.0	41.6	25.6	19.2	12.8	
	59	27.6	1	3	11	44				41.4	35.9	22.1	16.6	11.0				48.7	42.2	26.0	19.5	13.0	
	60	28	1	3	11	45				42.0	36.4	22.4	16.8	11.2				49.4	42.8	26.4	19.8	13.2	
	61	28.4	1	3	11	46				42.6	36.9	22.7	17.0	11.4				50.1	43.4	26.7	20.0	13.4	
	62	28.8	1	3	11	47				43.2	37.4	23.0	17.3	11.5				50.8	44.0	27.1	20.3	13.6	
	63	29.2	1	3	11	48				43.8	38.0	23.4	17.5	11.7				51.5	44.7	27.5	20.6	13.7	
	64	29.6	1	3	11	49				44.4	38.5	23.7	17.8	11.8				52.2	45.3	27.9	20.9	13.9	
	65	30	1	3	11	50				45.0	39.0	24.0	18.0	12.0				52.9	45.9	28.2	21.2	14.1	
	66	30.4	1	3	11	51				45.6	39.5	24.3	18.2	12.2				53.6	46.5	28.6	21.5	14.3	
	67	30.8	1	3	11	52				46.2	40.0	24.6	18.5	12.3				54.4	47.1	29.0	21.7	14.5	
	68	31.2	1	3	11	53				46.8	40.6	25.0	18.7	12.5				55.1	47.7	29.4	22.0	14.7	
	69	31.6	1	3	11	54				47													

♦ **Selección de Transformadores Residencia con Aire Acondicionado**

Para el segundo caso mostrado en Censo de Carga, residencia con aire acondicionado, el Transformador T1 y único transformador alimentara 21 Viviendas, se tiene que los kW máximos son 3.15, la selección de transformadores quedaría de la siguiente forma:

Tabla 13: Ejemplo de Selección de Transformadores para Residencias con Aire Acondicionado¹¹

SELECCIÓN DE TRANSFORMADORES DE PROYECTO RESIDENCIA CON AIRE ACONDICIONADO																						
Nº DE TRAF0	Núm Clientes	Clientes Equiv.	Coef. De Simultaneidad				kW máximo por Cliente								kVA máximo por Cliente (cos phi = 0,85)							
			1	0.8	0.6	0.4	8	5	3.15	1.5	1	0.8	0.6	0.4	9.4	5.9	3.7	1.8	1.2	0.9	0.7	0.5
			Rango = 1	Rango 2 / 4	Rango 5 / 15	Rango > 15	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H
1	1	1	1	0	0	0	8.0	5.0	3.2	1.5	1.0	0.8	0.6	0.4	9.4	5.9	3.7	1.8	1.2	0.9	0.7	0.5
2	1.8	1	1	0	0	0	14.4	9.0	5.7	2.7	1.8	1.4	1.1	0.7	16.9	10.6	6.7	3.2	2.1	1.7	1.3	0.8
3	2.6	1	1	2	0	0	20.8	13.0	8.2	3.9	2.6	2.1	1.6	1.0	24.5	15.3	9.6	4.6	3.1	2.4	1.8	1.2
4	3.4	1	1	3	0	0	27.2	17.0	10.7	5.1	3.4	2.7	2.0	1.4	32.0	20.0	12.6	6.0	4.0	3.2	2.4	1.6
5	4	1	1	3	1	0	32.0	20.0	12.6	6.0	4.0	3.2	2.4	1.6	37.6	23.5	14.8	7.1	4.7	3.8	2.8	1.9
6	4.6	1	1	3	2	0	36.8	23.0	14.5	6.9	4.6	3.7	2.8	1.8	43.3	27.1	17.0	8.1	5.4	4.3	3.2	2.2
7	5.2	1	1	3	3	0	41.6	26.0	16.4	7.8	5.2	4.2	3.1	2.1	48.9	30.6	19.3	9.2	6.1	4.9	3.7	2.4
8	5.8	1	1	3	4	0	46.4	29.0	18.3	8.7	5.8	4.6	3.5	2.3	54.6	34.1	21.5	10.2	6.8	5.5	4.1	2.7
9	6.4	1	1	3	5	0	51.2	32.0	20.2	9.6	6.4	5.1	3.8	2.6	60.2	37.6	23.7	11.3	7.5	6.0	4.5	3.0
10	7	1	1	3	6	0	56.0	35.0	22.1	10.5	7.0	5.6	4.2	2.8	65.9	41.2	25.9	12.4	8.2	6.6	4.9	3.3
11	7.6	1	1	3	7	0	60.8	38.0	23.9	11.4	7.6	6.1	4.6	3.0	71.5	44.7	28.2	13.4	8.9	7.2	5.4	3.6
12	8.2	1	1	3	8	0	65.6	41.0	25.8	12.3	8.2	6.6	4.9	3.3	77.2	48.2	30.4	14.5	9.6	7.7	5.8	3.9
13	8.8	1	1	3	9	0	70.4	44.0	27.7	13.2	8.8	7.0	5.3	3.5	82.8	51.8	32.6	15.5	10.4	8.3	6.2	4.1
14	9.4	1	1	3	10	0	75.2	47.0	29.6	14.1	9.4	7.5	5.6	3.8	88.5	55.3	34.8	16.6	11.1	8.8	6.6	4.4
15	10	1	1	3	11	0	80.0	50.0	31.5	15.0	10.0	8.0	6.0	4.0	94.1	58.8	37.1	17.6	11.8	9.4	7.1	4.7
16	10.4	1	1	3	11	1	83.2	52.0	32.8	15.6	10.4	8.3	6.2	4.2	97.9	61.2	38.5	18.4	12.2	9.8	7.3	4.9
17	10.8	1	1	3	11	2	86.4	54.0	34.0	16.2	10.8	8.6	6.5	4.3	101.6	63.5	40.0	19.1	12.7	10.2	7.6	5.1
18	11.2	1	1	3	11	3	89.6	56.0	35.3	16.8	11.2	9.0	6.7	4.5	105.4	65.9	41.5	19.8	13.2	10.5	7.9	5.3
19	11.6	1	1	3	11	4		58.0	36.5	17.4	11.6	9.3	7.0	4.6		68.2	43.0	20.5	13.6	10.9	8.2	5.5
20	12	1	1	3	11	5		60.0	37.8	18.0	12.0	9.6	7.2	4.8		70.6	44.5	21.2	14.1	11.3	8.5	5.6
T1	21	12.4	1	3	11	6		62.0	39.1	18.6	12.4	9.9	7.4	5.0		72.9	46.0	21.9	14.6	11.7	8.8	5.8

Se selecciona Transformador T1 de 50 kva.

♦ **Selección de Transformador Clientes con Transformador Exclusivo**

En el caso de los clientes exclusivos monofásicos el transformador se determina con el censo de carga directamente tomando como referencia los kVA Monofásicos Promedio:

Tabla 14: Ejemplo de Selección de Transformador Exclusivo

CENSO DE CARGA									
Oficina									
Tipo de Instalación:					Oficina				
Item	Cant	Equipos a Instalar			Hilos	Carga Monofásica			
		Descripción				Vn (V)	In (A)	P (kW)	Total (kW)
1	10	LAMPARAS 4X32 WATTS			2	120	1.07	0.128	1.28
2	10	COMPUTADORAS			2	120	3.00	0.36	3.60
3	1	CAFETERA			2	120	45.00	5.40	1.00
4	1	MICROONDAS			2	120	8.33	1.00	1.00
5	4	IMPRESORAS			2	120	4.17	0.500	2.00
6	1	FOTOCOPIADORA			2	120	10.83	1.3	1.30
7	1	REFRIGERADORA DE 17' CÚBICOS			2	120	2.28	0.2731	0.27
8	1	AIRE ACONDICIONADO DE 60,000 BTU			3	240	73.25	17.58	17.58
Potencia Total a Instalar						kW Monofásicos Instalados			
						Factor de Demanda			
						kW Monofásicos Máximos			
						Factor de Carga			
						kW Monofásicos Promedio			
						Factor de Potencia			
						kVA Monofásicos Promedio			
Se selecciona un Transformador de 25 kva									

¹¹ Tabla de Selección de Transformadores Monofásico Suministrado por Disnorte – Dissur, Departamento Técnico, Ing. Walter Pineda

➤ **Transformadores Trifásicos**

Para la selección de Transformadores Trifásicos se toma los kVA promedio calculados y se selecciona el banco de transformadores en base a que sí se ocupara un transformador Estrella - Delta o Estrella – Estrella, en nuestro ejemplo se escogió un motor, pero la selección aplica para otro tipo de cargas trifásicas.

♦ **Selección Transformador para Banco Estrella – Delta**

En base al ejemplo mostrado en Censo de Carga para un banco estrella – delta la selección se realizaría de la siguiente forma:

Tabla 15: Ejemplo de Selección de Transformador Trifásico Conexión Estrella - Delta¹²

CÁLCULO PARA TRANSFORMADORES ESTRELLA - DELTA			
T2 = (2/3) KVA monofásico + (1/3) KVA trifásica		26.32	KVA
T1 = T3 = (1/3) KVA monofásica + (1/3) KVA trifásica		26.32	KVA
0.00	KVA monofásico		
78.96	KVA trifásico		
Se instalara un banco de transformadores de 3x37.50kva, 240/480v en configuracion Estrella-Delta			

♦ **Selección Transformador para Banco Estrella – Estrella**

Se ocupara un ejemplo donde se combinan cargas monofásicas y trifásicas, cuando cliente requiere un banco estrella – estrella la selección se realizaría de la siguiente forma:

Tabla 16: Ejemplo de Selección de Transformador Trifásico Conexión Estrella - Estrella¹³

CÁLCULO PARA TRANSFORMADORES ESTRELLA - ESTRELLA			
T1 = T2 = T3 (1/3) KVA monofásico + (1/3) KVA trifásica		18.99	KVA
30.24	KVA monofásico		
26.72	KVA trifásico		
Se selecciona Banco de Transformadores 3 x 25 kva, 7.6/13.2 kv, 120/240V			

¹² Ejemplo de Selección de Transformador Trifásico Conexión Estrella – Delta Suministrado por Disnorte – Dissur, Departamento Técnico, Ing. Walter Pineda

¹³ Ejemplo de Selección de Transformador Trifásico Conexión Estrella – Estrella Suministrado por Disnorte – Dissur, Departamento Técnico, Ing. Walter Pineda

3. Caída de Tensión

Caída de un conductor es la diferencia de potencial que existe entre los extremos del mismo. Este valor se mide en voltios y representa el gasto de fuerza que implica el paso de la corriente por el mismo.

Dadas las características particulares de distribución será necesario tener en cuenta la caída de tensión que se produce en la línea, debido a las cargas que estén conectadas a lo largo de esta.

Los cálculos serán aplicables a un tramo de línea, siendo la caída total de tensión la suma de las caídas en cada uno de los tramos intermedios.

El cálculo de caída de tensión nos sirve para determinar la sección del conductor a instalar en Redes Primarias y/o Secundarias a instalar y esta no puede superar el 5%.

Podemos expresar la caída de tensión en una línea trifásica como¹⁴:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot Z \cdot L \text{ (V)}$$

Siendo:

ΔU : Caída de tensión compuesta (V).

I: Intensidad (A).

Z: Impedancia por fase y por kilómetro de línea (Ω/km).

L: Longitud del tramo de línea (km).

Para una línea monofásica la caída de tensión se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\Delta U = I \cdot (Z_C \cdot L + Z_N \cdot L) = I \cdot L \cdot (Z_C + Z_N) \text{ (V)}$$

Siendo:

ΔU : Caída de tensión compuesta (V).

I: Intensidad (A).

Z_C : Impedancia por kilómetro de conductor de línea (Ω/km).

Z_N : Impedancia por kilómetro de conductor neutro (Ω/km).

L: Longitud del tramo de línea (km).

¹⁴ Norma Disnorte – Dissur Proyecto Tipo – Versión 7 Año 2005

También se sabe que en una línea trifásica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \quad (\text{A})$$

Donde:

P: Potencia consumida la final de la línea (kW).

U: Tensión en el punto receptor de la línea (kV).

φ : Ángulo de fase ($^{\circ}$).

Sustituyendo para una línea trifásica:

$$\Delta U = \frac{P \cdot Z \cdot L}{1000 U \cdot \cos\varphi} = \frac{P \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \cdot L}{1000 U \cdot \cos\varphi} \quad (\text{kV})$$

Siendo:

R: Resistencia de la línea por fase y por kilómetro (Ω/km).

X: Reactancia de la línea por fase y por kilómetro (Ω/km).

Se simplifica la expresión definiendo la siguiente variable:

$$\Psi = R + X \cdot \tan\varphi \quad (\Omega/\text{km})$$

Por lo tanto, la expresión resultante será la siguiente:

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot \Psi}{1000 U} \quad (\text{kV})$$

Si realizamos el mismo proceso para las líneas monofásicas se llega a la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} \quad (\text{A})$$

$$\Delta U = \frac{P \cdot (Z_C + Z_N) \cdot L}{1000 U \cdot \cos\varphi} = \frac{P \cdot [(R_C + R_N) \cdot \cos\varphi + (X_C + X_N) \cdot \sin\varphi] \cdot L}{1000 U \cdot \cos\varphi} \quad (\text{kV})$$

Siendo:

P: Potencia consumida la final de la línea (kW).

U: Tensión en el punto receptor de la línea (kV).

φ : Ángulo de fase ($^{\circ}$).

R_C : Resistencia del conductor de línea por fase y por kilómetro (Ω/km).

R_N : Resistencia del conductor neutro por fase y por kilómetro (Ω/km).

X_C : Reactancia del conductor de línea por fase y por kilómetro (Ω/km).

X_N : Reactancia del conductor neutro por fase y por kilómetro (Ω/km).

Se simplifica la expresión definiendo la siguiente variable:

$$\Psi = (R_C + R_N) + (X_C + X_N) \cdot \text{tg } \varphi \quad (\Omega/\text{km})$$

Por lo tanto la expresión resultante será la siguiente:

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot \Psi}{1000 U} \quad (\text{kV})$$

Finalmente se calcula la caída de tensión en porcentaje:

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L \cdot \Psi}{10 \cdot U^2}$$

Donde:

P: Potencia activa total consumida por la/s carga/s conectada/s a la línea (kW).

L: Longitud del tramo de línea (km).

Ψ : Impedancia del conductor entre el $\cos \varphi$ de la línea (Ω/km).

U: Tensión compuesta de línea (kV).

En las siguientes tablas se muestran los valores de caída de tensión para los diferentes conductores y tensiones, en función de la potencia consumida por las cargas y de la longitud del tramo de línea. Se ha supuesto que la impedancia de cada tramo de línea sólo depende de la longitud de dicho tramo:

Tabla 17: Caída de Tensión para los Diferentes Conductores y Tensiones¹⁵

Conductor	Tensión (kV)	Caída de tensión en línea trifásica (ΔU %) (1)		
		$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 1$
477 MCM (Hawk)	13,2	$2,337 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$1,802 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$8,259 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$
	24,9	$6,567 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$5,063 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$2,321 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$
	34,5	$3,421 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$2,637 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$1,209 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$
336,4 MCM (Linnet)	13,2	$2,739 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$2,184 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$1,171 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$
	24,9	$7,698 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$6,137 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$3,292 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$
	34,5	$4,010 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$3,197 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$1,715 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$
266 MCM (Partridge)	13,2	$3,080 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$2,512 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$1,475 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$
	24,9	$8,656 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$7,058 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$4,145 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$
	34,5	$4,509 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$3,677 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$2,159 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$

¹⁵ Proyecto Tipo Versión 7 Ejemplo de Selección de Transformador Trifásico Conexión Estrella – Estrella Suministrado por Disnorte – Dissur, Departamento Técnico, Ing. Walter Pineda

**“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”**

4/0 (Penguin)	13,2	$3,903 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$3,314 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$2,241 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$
	24,9	$1,097 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$9,313 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$6,297 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$
	34,5	$5,713 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$4,851 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$3,280 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$
1/0 (Raven)	13,2	$5,889 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$5,261 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$4,114 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$
	24,9	$1,655 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$1,478 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$1,156 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$
	34,5	$8,621 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$7,701 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$	$6,023 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot L$

- (1) Los valores de la impedancia de la línea (Z) utilizados en la realización de esta tabla se han calculado utilizando el valor de la resistencia del conductor en corriente alterna a 75 °C (R75) y la reactancia inductiva (X) para la configuración estándar con aisladores tipo poste en una línea de 34,5 kV.

Conductor (1)	Tensión (kV)	Caída de tensión en línea monofásica (ΔU %) (2)		
		$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 1$
4/0 (Penguin)	13,2	$3,338 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot L$	$2,831 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot L$	$1,907 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot L$
	24,9	$9,380 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$7,955 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$5,358 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$
	34,5	$4,886 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$4,144 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$2,791 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$
1/0 (Raven)	13,2	$3,959 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot L$	$3,431 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot L$	$2,469 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot L$
	24,9	$1,112 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot L$	$9,641 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$6,938 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$
	34,5	$5,795 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$5,022 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$	$3,614 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot L$

- (1) Las líneas monofásicas, tanto con conductor Penguin como conductor Raven, se usan con un conductor Raven como conductor neutro.

- (2) Los valores de la impedancia de la línea (Z) utilizados en la realización de esta tabla se han calculado utilizando el valor de la resistencia del conductor en corriente alterna a 75 °C (R75) y la reactancia inductiva (X) para la configuración estándar con aisladores tipo poste instalados en un apoyo de 9 m y a una tensión de 34,5 kV.

Disnorte – Dissur facilita programa en Excel para cálculo de caída de tensión en redes secundarias, el mismo es el autorizado para presentar los cálculos, en este formato el cálculo se realiza en base a los Kw promedio, la cantidad de clientes por tramo y la distancia por tramo, para explicar su uso se presenta un pequeño ejemplo:

*“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”*

Tomando en cuenta el siguiente plano:



Con esta numeración se llena el programa de Caída de Tensión, en base al ejemplo del plano anterior y considerando que las residencias para esta Urbanización con aire acondicionado, quedando:

Tabla 18: Ejemplo de Aplicación de Programa de Caída de Tensión para Vivienda con Aire Acondicionado¹⁶

Programa de Cálculo de Redes de Baja Tensión

Datos

Tipo de red:	Rural
Nivel de potencia:	C. de T. máx. total: 5.0%
cos fi:	0.80 2210 W C. de T. máx. en línea: 4.2%
Nº tramos:	5 C. de T. máx. en acom.: 0.8%

Calcular Tabla

Borrar Datos Tabla

Las secciones de los conductores son correctas
La c.d.t. en el cond. de línea o en el cond. de acom. es superior a la permitida
La c.d.t. tanto en el cond. de línea como en el cond. de acom. es superior a la permitida

Nudo inicial	Nudo final	Línea o acometida	Tipo	Tensión (V)	Tipo conductor tramo	Nº clientes tramo	Longitud tramo (m)	Potencia tramo (KW)	Intensidad tramo (A)	Momento (P x L) (KW x m)	C. de T. tramo (%)	C. de T. nudo final (%)		
1	1	Línea	2F	240/120	Cu 3 x #3/0	21	15	27.40	100.92	4.11	0.04	--	0.04	Ok!
1	2	Línea	2F	240/120	Triplex 1/0	8	47.47	12.82	47.21	608.47	1.43	--	1.48	Ok!
2	3	Línea	2F	240/120	Triplex 1/0	2	34.22	3.98	14.65	136.13	0.32	--	1.80	Ok!
1	4	Línea	2F	240/120	Triplex 1/0	8	48.31	12.82	47.21	619.24	1.46	--	1.50	Ok!
4	5	Línea	2F	240/120	Triplex 1/0	3	42.08	5.75	21.16	241.79	0.57	--	2.07	Ok!

El programa te da solo tres opciones en el cos fi 1, 0.90 y 0.80, seleccionamos 0.80 ya que hemos venido trabajando factor de potencia 0.85, al no darnos esta opción se escoge 0.80, el dato junto al cos fi son los kW promedio obtenidos en el censo de carga. Nudo inicial y final son en base a numeración provisional dada, la tabla se llena de la siguiente manera:

- En cada punto se puso una numeración provisional donde 1 es el punto de partida y de aquí se inicia numeración corrida provisional a los diferentes ramales. Como se observa en el plano el 1 es P3, 2 es P2, 3 es P1, se inicia nuevamente en 1 para los siguientes puntos 4 es P4 y 5 P5.
- Para todos los puntos se considera Línea, 2F, por ser dos fases, 240/120V (voltaje requerido), se puede seleccionar Cable Triplex 1/0 y Triplex 4/0, depende de la caída de tensión se prueba primero con 1/0, luego en los siguientes puntos se indica los clientes restantes en ese tramo y en los que siguen hasta el final del ramal y por ultimo se indica distancia de punto a punto.
- Se observa que en el primer columna iniciamos 1 y finalizamos 1 esto es para tomar en cuenta la caída de tensión que se tiene desde las borneras secundarias del transformador hasta el punto de conexión con la red secundaria del triplex, en este punto se toma el cable de cobre para el bajante según el calibre requerido para la capacidad del transformador, el total de clientes y distancia de 1.5 que es la distancia entre las borneras y el triplex.

¹⁶ Ejemplo de Aplicación de Programa de Caída de Tensión Suministrado por Disnorte – Dissur, Departamento Técnico, Ing. Walter Pineda

**“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”**

- ♦ Luego de llenar las columnas que pueden ser modificadas, se selecciona calcular y el programa dará el resultado, en nuestro caso con Triplex 1/0 da ok, es decir esta bien con el tipo de cable, si da error se debe seleccionar 4/0, en el caso en que siempre el Triplex 4/0 de error debe modificarse la ubicación del transformador o dividir cargas en dos transformadores.

Para la presentación puede copiarse el cuadro en una nueva tabla sin modificar los resultados y dar una mejor presentación, y así señalar cada punto con su número real, como en la siguiente tabla:

Tabla 19: Ejemplo de Presentación Caída de Tensión
CAIDA DE TENSION T1 50 KVA, 7.6/13.2 KV, 120/240 V 21 VIVIENDAS
URBANIZACION CON AIRE ACONDICIONADO

Datos

Tipo de red:	Rural		
Nivel de potencia:			C. de T. máx. total: 5.0%
cos fi:	0.90	2210	C. de T. máx. en línea: 4.2%
Nº tramos:	5		C. de T. máx. en acom.: 0.8%

	Las secciones de los conductores son
	La c.d.t. en el cond. de línea o en el
	La c.d.t. tanto en el cond. de línea

Nudo inicial	Nudo final	Línea o acometida	Tipo	Tensión (V)	Tipo conductor tramo	Nº clientes tramo	Longitud tramo (m)	Potencia tramo (KW)	Intensidad tramo (A)	Momento (P x L) (KW x m)	C. de T. tramo (%)	C. de T. nudo final (%)		
1	P3	Línea	2F	240/120	Cu 3 x #3/0	21	1.5	27.40	89.71	41.11	0.04	--	0.04	Ok!
P3	P2	Línea	2F	240/120	Tríp. 1/0	8	47.47	12.82	41.96	608.47	1.38	--	1.42	Ok!
P2	P1	Línea	2F	240/120	Tríp. 1/0	2	34.22	3.98	13.02	136.13	0.31	--	1.73	Ok!
P3	P4	Línea	2F	240/120	Tríp. 1/0	8	48.31	12.82	41.96	619.24	1.40	--	1.44	Ok!
P4	P5	Línea	2F	240/120	Tríp. 1/0	3	42.08	5.75	18.81	241.79	0.55	--	1.99	Ok!

4. Cálculos Mecánicos¹⁷

Con el cálculo mecánico se justifica la selección de los apoyos, selección de retenidas y tendido del conductor, garantizando un red confiable, manteniendo distancias mínimas de seguridad y la estabilidad en condiciones normales y anormales climatológicas.

El cálculo depende si la red es Trifásica, Monofásica o si es la red secundaria. Se tomara el ejemplo el plano ocupado para el ejemplo de caída de tensión, este contiene una red primaria monofásica y red secundaria:

Paso 1: Definir Características de Red y Conductor.

Tipo de Red: Media Tensión Monofásica

Características mecánicas del conductor primario de fase y neutro:

Nombre común:	Raven
Carga de rotura:	1949 daN
Sección transversal:	62.44 mm ²
Diámetro:	10.11 mm
Peso:	0.212 daN/m
Módulo de elasticidad:	8100 daN/mm ²
Coef dilatación lineal:	19.1x10 ⁻⁶ °C ⁻¹

Características del Conductor Secundario:

Nombre común:	Triplex 1/0
Carga de rotura:	1700 daN
Sección transversal:	53.51 mm ²
Diámetro:	27 mm
Peso:	0.631 daN/m
Módulo de elasticidad:	6000 daN/mm ²
Coef dilatación lineal:	°C-1x10 ⁻⁶

Pasó 2: Definición de Vanos, Cantones, Tipos de Apoyo y Vano de Regulación:

Formulas requeridas en este punto:

$$a_r = \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum a_i}}$$

Donde a_i es la distancia de poste a poste.

¹⁷ Datos Tomados de Curso de Cálculos Mecánicos impartido por Disnorte – Dissur, teniendo como orador al Ing. Oscar Gutiérrez.

**“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”**

Tablas de cálculos mecánicos a utilizar en el caso del ejemplo:

Tabla 20: Cálculo Mecánico para Cable Raven (ACSR 1/0)¹⁸

**TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO
AREA B-ZONA 1
RAVEN**

Sección (mm ²):		62,46						T. Rotura (daN):		1950						
Diámetro (mm):		10,109						T. Máxima (daN):		650						
Peso unitario (daN/m):		0,212						CHS (10 °C):		17,00%						
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):		8100						EDS (20 °C):		15,00%						
Coeficiente de dilatación (°C-1x10-6):		19,1						Velocidad Viento (km/h):		120						
VANO (m)	10 °C ± V		5 °C		CHS 10 °C		EDS 20 °C		20 °C ± V		50 °C		75 °C		Tensión Máxima (daN)	H
	v:	f:	v:	f:	v:	f:	v:	f:	v:	f:	v:	f:	v:	f:		
	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:		
10	340,1	0,03	379,8	0,01	331,5	17,0%	238,7	12,1%	261,3	0,04	32,7	0,08	17,4	0,18	379,8	8,14
20	361,8	0,10	379,0	0,03	331,5	17,0%	238,1	12,2%	266,1	0,13	87,2	0,19	33,7	0,31	379,0	8,18
30	388,7	0,21	378,0	0,06	331,5	17,0%	241,7	12,4%	321,9	0,26	77,9	0,31	49,1	0,49	388,7	6,02
40	417,8	0,34	376,7	0,11	331,5	17,0%	246,1	12,6%	367,6	0,40	95,9	0,44	63,7	0,67	417,8	4,67
50	446,7	0,50	375,1	0,18	331,5	17,0%	250,9	12,9%	391,4	0,57	112,1	0,59	77,4	0,86	446,7	4,37
60	474,8	0,68	373,3	0,26	331,5	17,0%	255,9	13,1%	423,2	0,77	126,6	0,75	90,3	1,06	474,8	4,11
70	501,7	0,88	371,3	0,35	331,5	17,0%	260,8	13,4%	463,1	0,97	139,9	0,93	102,6	1,27	501,7	3,89
80	527,4	1,09	369,1	0,46	331,5	17,0%	265,6	13,6%	481,3	1,20	152,1	1,12	114,1	1,49	527,4	3,70
90	551,9	1,32	367,0	0,58	331,5	17,0%	270,2	13,9%	507,8	1,44	163,2	1,32	125,0	1,72	551,9	3,53
100	575,2	1,54	364,8	0,73	331,5	17,0%	274,4	14,1%	532,9	1,69	173,6	1,53	136,2	1,96	575,2	3,39
110	597,3	1,82	362,7	0,88	331,5	17,0%	278,4	14,3%	556,7	1,96	183,0	1,76	144,9	2,21	597,3	3,26
120	618,4	2,10	360,4	1,06	331,5	17,0%	282,1	14,5%	579,2	2,24	191,8	1,99	154,1	2,48	618,4	3,15
130	638,4	2,38	358,4	1,26	331,5	17,0%	285,6	14,6%	600,6	2,53	199,9	2,24	162,7	2,75	638,4	3,08
140	650,0	2,71	346,6	1,50	332,4	16,8%	281,5	14,4%	614,2	2,87	203,9	2,55	168,6	3,08	650,0	3,00
150	650,0	3,12	322,3	1,85	302,2	15,5%	268,3	13,8%	617,1	3,28	202,4	2,95	170,9	3,49	650,0	3,00
160	650,0	3,54	302,3	2,24	285,7	14,7%	257,6	13,2%	619,7	3,72	201,2	3,37	172,8	3,93	650,0	3,00
170	650,0	4,00	286,1	2,68	272,4	14,0%	248,9	12,8%	622,0	4,18	200,2	3,83	174,5	4,39	650,0	3,00
180	650,0	4,49	273,0	3,16	261,8	13,4%	241,7	12,4%	624,1	4,67	199,3	4,31	176,0	4,88	650,0	3,00
190	650,0	5,00	262,4	3,68	252,8	13,0%	236,8	12,1%	626,1	5,19	198,5	4,82	177,3	5,40	650,0	3,00
200	650,0	5,54	253,7	4,18	245,5	12,6%	230,9	11,8%	627,8	5,74	197,9	5,34	178,5	5,95	650,0	3,00
210	650,0	6,11	246,5	4,74	239,5	12,3%	226,7	11,6%	629,4	6,31	197,3	5,93	179,8	6,52	650,0	3,00
220	650,0	6,71	240,5	5,34	234,4	12,0%	223,2	11,4%	630,8	6,91	196,8	6,52	180,4	7,12	650,0	3,00
230	650,0	7,33	235,5	5,96	230,1	11,8%	220,2	11,3%	632,1	7,54	196,4	7,15	181,2	7,75	650,0	3,00
240	650,0	7,98	231,2	6,61	226,4	11,6%	217,6	11,2%	633,2	8,19	196,0	7,80	182,0	8,40	650,0	3,00
250	650,0	8,66	227,5	7,29	223,3	11,5%	215,4	11,0%	634,3	8,88	195,7	8,48	182,6	9,08	650,0	3,00
260	650,0	9,37	224,4	7,99	220,5	11,3%	213,4	10,9%	635,3	9,59	195,4	9,19	183,2	9,80	650,0	3,00
270	650,0	10,11	221,6	8,73	218,1	11,2%	211,7	10,9%	636,2	10,33	195,1	9,92	183,8	10,53	650,0	3,00

Tabla 21: Cálculo Mecánico para Cable Triplex 1/0¹⁹

**Tabla de Cálculo Mecánico - Triplex 1/0
Zona 2 - Tense 500 daN**

Sección resistente (mm²): 53,51
 Diámetro del haz (mm): 27
 Peso unitario (daN/m): 0,631
 Módulo de elasticidad (°C-1x10-6): 6000

T. Rotura (daN): 1700
 T. Máxima (daN): 567
 Velocidad del viento (km/h): 120

Vano (m)	10 °C ± V		-5 °C		20 °C ± V		50 °C		T máx (daN)	F máx (m)
	p2:	f:	p2:	f:	p2:	f:	p2:	f:		
	T	f	T	f	T	f	T	f		
5	394,7	0,02	500,0	0,00	326,7	0,02	105,3	0,02	500,0	0,02
10	414,2	0,06	500,0	0,02	353,6	0,07	125,5	0,06	500,0	0,07
15	442,4	0,12	500,0	0,04	386,6	0,14	145,6	0,12	500,0	0,14
20	471,5	0,21	500,0	0,06	420,8	0,23	164,3	0,19	500,0	0,23
25	500,0	0,30	498,1	0,10	453,4	0,33	180,6	0,27	500,0	0,33
30	500,0	0,44	452,6	0,16	459,5	0,48	176,6	0,40	500,0	0,48
35	500,0	0,59	403,6	0,24	464,9	0,64	173,7	0,56	500,0	0,64
40	500,0	0,78	355,4	0,36	469,5	0,83	171,5	0,74	500,0	0,83
45	500,0	0,98	312,6	0,51	473,4	1,04	169,9	0,94	500,0	1,04
50	500,0	1,21	278,3	0,71	476,7	1,27	168,6	1,17	500,0	1,27
55	500,0	1,47	252,7	0,94	479,5	1,53	167,6	1,42	500,0	1,53
60	500,0	1,75	234,1	1,21	481,9	1,82	166,9	1,70	500,0	1,82
65	500,0	2,05	220,6	1,51	483,9	2,12	166,3	2,01	500,0	2,12
70	500,0	2,38	210,6	1,84	485,6	2,45	165,8	2,34	500,0	2,45
75	500,0	2,74	203,0	2,19	487,1	2,81	165,4	2,69	500,0	2,81
80	500,0	3,11	197,1	2,57	488,4	3,19	165,0	3,07	500,0	3,19
85	500,0	3,52	192,4	2,97	489,5	3,59	164,7	3,47	500,0	3,59
90	500,0	3,94	188,6	3,39	490,4	4,02	164,5	3,89	500,0	4,02
95	500,0	4,39	185,6	3,84	491,3	4,47	164,3	4,34	500,0	4,47
100	500,0	4,87	183,0	4,32	492,0	4,95	164,1	4,82	500,0	4,95
105	500,0	5,37	180,9	4,82	492,7	5,45	164,0	5,32	500,0	5,45
110	500,0	5,90	179,1	5,35	493,3	5,98	163,8	5,85	500,0	5,98
115	500,0	6,45	177,5	5,90	493,8	6,53	163,7	6,40	500,0	6,53
120	500,0	7,02	176,2	6,47	494,2	7,11	163,6	6,97	500,0	7,11
125	500,0	7,62	175,0	7,07	494,7	7,71	163,5	7,57	500,0	7,71
130	500,0	8,25	174,0	7,70	495,0	8,33	163,5	8,20	500,0	8,33
135	500,0	8,90	173,1	8,35	495,4	8,98	163,4	8,85	500,0	8,98
140	500,0	9,57	172,3	9,02	495,7	9,66	163,3	9,52	500,0	9,66

T: Tensión (daN)

f: Flecha (m)

¹⁸ Tabla de Cálculo Mecánico para Cable Raven (ACSR 1/0). Tomada del Manual Proyecto Tipo Versión 7. En los Anexos se adjuntan tablas para el resto de calibres de cables.

¹⁹ Tabla de Cálculo Mecánico para Cable Triplex 1/0. Tomada del Manual Proyecto Tipo Versión 7. En los Anexos se adjuntan tablas para el resto de calibres de cables.

**“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”**

Los valores que nos interesan de esta tabla son:

- El tense para flecha máxima, que se obtienen a la temperatura de 50°C que para el vano regulador calculado.
- El tense para flecha mínima, que se obtiene a la temperatura de 20°C más la sobrecarga del viento del vano regulador calculado.

En el caso que para el valor del vano regulador calculado no se encuentre en la tabla la flecha máxima y mínima, se debe calcular interpolando el del vano regulador inmediato superior con el inmediato inferior, y obtener el valor exacto para el vano regulador calculado.

Estos valores son calculados en base y junto al vano regulador para ser utilizados mas adelante en nuestros cálculos para definir el esfuerzo transversal horizontal sobre el poste el los remates de la línea, de esto hablaremos mas adelante.

En base al ejemplo que estamos manejando se muestra la tabla donde se define los cantones, vanos y tipos de apoyo, también se calcula el vano de regulación.

Línea Primaria

CÁLCULO MECÁNICO MEDIA TENSIÓN												
DEFINICIÓN DE CANTONES, VANOS Y TIPOS DE APOYO												
								Monof	RAVEN			
Cantón	Inicio	Final	Tipo	Cota	H. Libre	Vano Ant	Vano Post	Angulo	a_i^3			
1	PE	P1	FL	10.50	8.95		5.12	0°	134.22			
	P1		FL	10.50	8.95	5.12	-	0°	-			
									-			
			VANO NO RETENSADO						-			
									-			
Suma Total							5.12		134.22	Interpolacion de valores obtenidos de la Tabla de Calculo Mecanico		
Suma de Vanos/Suma de a_i^3									26.21			
VANO REGULADOR (Raíz Cuadrada de dato anterior)									5.12	5.12	16.74	128.67
Flecha Max vano regulador 45m:		16.74								10.00	32.70	251.30
Flecha Min + Sobre Carga del viento		128.67										
								Monof	RAVEN			
Cantón	Inicio	Final	Tipo	Cota	H. Libre	Vano Ant	Vano Post	Angulo	a_i^3			
2	P1	P2	FL	10.50	8.95		34.22	0°	40,071.91			
	P2	P3	AL	10.50	8.95	34.22	47.47	0°	106,968.94			
	P3		FL	12.00	10.30	47.47	-	0°	-			
									-			
									-			
Suma Total							81.69		147,040.85	Interpolacion de valores obtenidos de la Tabla de Calculo Mecanico		
Suma de Vanos/Suma de a_i^3									1,799.99	40.00	95.90	357.60
VANO REGULADOR (Raíz Cuadrada de dato anterior)									42.43	42.43	99.83	365.80
Flecha Max vano regulador 45m:		99.83								50.00	112.10	391.40
Flecha Min + Sobre Carga del viento		365.80										

Se observa que en este ejemplo solo se hace mención a una red monofásica, para el caso de una red trifásica la definición de cantones, vanos y tipos de apoyo se hace de la misma forma que en el monofásico.

Línea Secundaria

PROYECTO: URBANIZACION												
CALCULO MECANICO BAJA TENSION												
DEFINICION DE CANTONES, VANOS Y TIPOS DE APOYO												
TPX 1/0												
Cantón	Inicio	Final	Tipo	Cota	H. Libre	Vano Ant	Vano (m)	Angulo	a_i^3			
1	P1	P2	FL	10.50	8.95		34.22	0°	40,071.91			
	P2	P3	AL	10.50	8.95	34.22	47.47	0°	106,968.94			
	P3	P4	AL	12.00	10.35	47.47	48.31		112,748.59			
	P4	P5	AL	9.00	7.60	48.31	42.08		74,512.17			
	P5		FL	9.00	7.60	42.08	-		-			
									-			
Suma Total												
Suma de Vanos/Suma de a_i^3												
VANO REGULADOR (Raiz Cuadrada de dato anterior)												
Flecha Max vano regulador 45m:												
Flecha Min + Sobre Carga del viento												

Paso 3: Calculo de Esfuerzos resultantes

Formulas de Fuerzas Equivalentes:

$$F_{eq} = F_t \times \frac{h_l - h_a}{h_l - h_e} \text{ Donde:}$$

h_l : es la altura libre del apoyo, o sea altura total menos empotramiento

h_a : es la altura de aplicación del esfuerzo del conductor (para línea primaria el valor es

0.100, para el neutro 1.015 y para el secundario es 1.800)

h_e : es la altura equivalente o punto virtual, considerado el punto crítico del apoyo, para el cual se definió y determino el esfuerzo nominal, para fase y neutro es 0.300

Se calcula para la Línea Primaria y para el Neutro y luego se suman ambos resultados para la Fuerza Equivalente Total. En el caso del secundario solo se calcula el secundario.

Calculo de Esfuerzo Transversal Horizontal (Ft)

Apoyos en Fin de Línea

En el caso de armados Fin Línea el valor de Ft es igual al valor de Flecha Mínima + Sobre Carga del Viento calculado en tabla de Vano Regulador.

Apoyos en Alineamiento

La formula para el cálculo de Ft en estructuras en alineamiento es la siguiente:

$$Ft = p_v \times a_v \text{ (daN)}$$

a_v : Longitud del eolovano medido en la dirección longitudinal (m) y se calcula con la siguiente fórmula:

$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2}$$

a_1 : Longitud del vano anterior al apoyo

a_2 : Longitud del vano posterior al apoyo

p_v Presión del viento sobre el conductor por unidad de longitud y se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$p_v = 4.7238 \times v^2 \times d \times 10^{-6}$$

v : Velocidad del viento (km/h)

d : Diámetro del conductor (mm)

Apoyos en Angulo

En el caso de los apoyos en ángulo se toma la siguiente fórmula:

$$f_t = p_v \times a_v \times \cos^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + 2 \times FlechaMín \times \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) \text{ (daN)}$$

En base al plano que hemos presentado de ejemplo se ha elaborado una tabla en Excel para el cálculo de los esfuerzos equivalentes totales, introduciendo cada formula presentada que aplica en este caso:

PROYECTO: URBANIZACION													
CALCULO MECANICO MEDIA Y BAJA TENSION													
CALCULO DE ESFUERZOS RESULTANTES MT													
CANTON MT	APOYO INICIAL	APOYO FINAL	TIPO DE APOYO	COTA APOYO	ALTURA LIBRE	VANO ANT	VANO POST	AV	PV	Ft	FEQF	FEQN	FEQT
1	PE	P1	FL	10.50	8.95		5.12	VANO NO RETENSADO					
	P1		FL	10.50	8.95	5.12							
2	P1	P2	FL	10.50	8.95		34.22	17.11	0.688	365.80	374.26	335.56	709.82
	P2	P3	AL	10.50	8.95	38.67	47.47	43.07	0.688	29.63	30.32	27.18	57.50
	P3		FL	12.00	10.30	47.47		23.74	0.688	365.80	373.12	339.65	712.76

**“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”**

PROYECTO: URBANIZACION											
CALCULO MECANICO MEDIA Y BAJA TENSION											
CALCULO DE ESFUERZOS RESULTANTES BT											
CANTON BT	APOYO INICIAL	APOYO FINAL	TIPO DE APOYO	COTA APOYO	ALTURA LIBRE	VANO ANT	VANO POST	AV	PV	Ft	FEQT
1	P1	P2	FL	10.50	8.95		34.22	17.11	1.84	473.38	391.29
	P2	P3	AL	10.50	8.95	34.22	47.47	40.85	1.84	75.15	62.12
	P3	P4	AL	12.00	10.30	47.47	48.31	47.89	1.84	88.12	74.90
	P4	P5	AL	9.00	7.60	48.31	42.08	45.20	1.84	83.16	66.07
	P5		FL	9.00	7.60	42.08		21.04	1.84	473.38	376.11

Paso 4: Tabla Resumen de Cantones

En tabla los datos más relevantes de cada Cantón, presentamos la que corresponde a nuestro ejemplo:

CALCULOS MECANICOS						
TABLA 1: RESUMEN DE CANTONES						
Proyecto:	Urbanización					
Conductor:	RAVEN	Calibre:	1/0			
MEDIA TENSION						
CANTON	Apoyo inicial	Apoyo final	Longitud del cantón (m)	Vano de regulación (m)	Tense flecha máxima (daN)	Tense flecha mínima (daN)
1	PE	P1	5.12	5.12	16.74	128.67
2	P1	P3	86.14	43.74	101.96	370.24
Conductor:	TPX	Calibre:	1/0			
BAJA TENSION						
CANTON	Apoyo inicial	Apoyo final	Longitud del cantón (m)	Vano de regulación (m)	Tense flecha máxima (daN)	Tense flecha mínima (daN)
1	P1	P5	81.69	42.43	99.83	365.80

Paso 5: Características de los Apoyos (Resultados de los Cálculos Mecánicos)

Para finalizar con los cálculos mecánicos se presenta la tabla con los resultados obtenidos de los cálculos por punto, definiendo en la misma la capacidad mecánica de los postes.

En base a este cálculo se define cuales puntos llevaran retenida, en puntos que por su ubicación no es posible instalar retenida se determina si un poste es de 500 o 800 dan.

En base al ejemplo que se ha tratado en esta guía la tabla de resultados se entrega de la siguiente forma:

*“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”*

CALCULOS MECANICOS										
Tabla2										
CARACTERISTICAS DE LOS APOYOS										
PROYECTO: Urbanización										
Nº Apoyo	Tipo de apoyo	Angulo de apoyo (º)	Cota de apoyo (m)	Altura libre (m)	Vano anterior (m)	Vano posterior (m)	Tension máxima en Apoyo (daN)	Retenidas	Apoyos daN	HORMIGONADO
PE	FLMT	X	10.50	8.95	VANO NO RETENSADO				300	
P1	FLMT	X	10.50	8.95		34.22	709.82	1.00	300	
	FLBT	X				34.22	391.29			
P2	ALMT	0	10.50	8.95	38.67	47.47	57.50		300	
	ALBT	0			38.67	47.47	65.51			
P3	FLMT	X	12.00	10.30	47.47		712.76		800	1
	ALBT	0			47.47	48.31	74.90			
P4	ALBT	0	9.00	7.60	48.31	42.08	376.37		300	
P5	FLBT	X	9.00	7.60	42.08		376.11	1.00	300	

En la tabla se observa una columna que dice hormigonado, en los casos de Apoyos de 500 o 800 dan los mismos deben ser hormigonados desde la base del poste, en algunos casos se debe hormigonar postes según el tipo de suelo.

En los casos de apoyos en que uno de sus tramos presenta una distancia menor o igual a 27 mts, se les da el nombre de Vano no Retensado, el esfuerzo equivalente en estos casos es mínimo y no se realiza calculo mecánico, tendríamos un cantón conteniendo únicamente los dos postes donde se encuentra este tramo, en nuestro ejemplo tenemos un caso es el que va de PE a P1, en las tablas de resultados indica que es vano no retensado, en el caso de un apoyo fin de línea como para este caso es PE, la capacidad mecánica de este será de 300 daN, para un apoyo que es un Apoyo en Angulo como el caso de P1 la capacidad mecánica del poste y la determinación de la instalación de retenida depende del resultado del siguiente cantón.

Para los casos en que se pueda utilizar retenida se debe utilizar la siguiente tabla de Utilización de Retenidas²⁰:

²⁰ Normativa Proyecto Tipo Versión 7 -2005

Tabla 22: Tabla de Utilización de Retenidas²¹

Conductores	Configuración de las retenidas									
	Configuraciones de la línea									
	Simple circuito monofásico de 5 a 30°	Simple circuito monofásico de 30 a 60°	Simple circuito monofásico de 60 a 90°	Simple circuito trifásico de 5 a 20/30°	Simple circuito trifásico de 20/30 a 60°	Simple circuito trifásico de 60 a 90°	Simple circuito trifásico de 5 a 60° [vert.]	Doble circuito trifásico de 5 a 20/30°	Doble circuito trifásico de 20/30 a 60°	Doble circuito trifásico de 60 a 90°
Raven	(1) Varilla y ancla 3/4"	Montaje doble (1) Cable 3/8" (1) Varilla y ancla 3/4"	Montaje doble (2) Cable 3/8" (1) Varilla y ancla 3/4"	(2) Cable 3/8" (1) Varilla y ancla 3/4"	(2) Cable 3/8" (1) Varilla y ancla 3/4"	Montaje doble (2) Cable 3/8" (1) Varilla y ancla 3/4"	(2) Cable 3/8" (1) Varilla y ancla 3/4"			
Penguin	(2) Cable 3/8" (1) Varilla y ancla 3/4"	Montaje doble (2) Cable 3/8" (1) Varilla y ancla 3/4"	Montaje doble (2) Cable 1/2" (1) Varilla y ancla 1"			Montaje doble (2) Cable 1/2" (1) Varilla y ancla 1"				Montaje doble (2) Cable 1/2" (1) Varilla y ancla 1"
Partridge			(2) Cable 3/8" (1) Varilla y ancla 3/4"	(2) Cable 1/2" (1) Varilla y ancla 1"	(2) Cable 3/8" (1) Varilla y ancla 3/4"	Montaje doble (3) Cable 3/8" (2) Varilla y ancla 3/4"	(2) Cable 1/2" (1) Varilla y ancla 1"	(2) Cable 1/2" (1) Varilla y ancla 1"	(3) Cable 1/2" (2) Varilla y ancla 1"	Montaje doble (3) Cable 3/8" (2) Varilla y ancla 3/4"
Hawk (tense reducido)						Montaje doble (2) Cable 1/2" (1) Varilla y ancla 1"				Montaje doble (2) Cable 1/2" (1) Varilla y ancla 1"
Hawk					(3) Cable 1/2" (2) Varilla y ancla 1" [Nota 1]	Montaje doble (3) Cable 1/2" (2) Varilla y ancla 1" [Nota 2]	(3) Cable 1/2" (2) Varilla y ancla 1" [Nota 3]	(3) Cable 3/8" (1) Varilla y ancla 1" [Nota 4]	(4) Cable 1/2" (3) Varilla y ancla 1"	Montaje doble (3) Cable 1/2" (2) Varilla y ancla 1" [Nota 5]

Nota 1: La tensión máxima en la retenida de línea situada a menor altura no superará los 6090 daN.

Nota 2: La tensión máxima en la retenida de línea situada a menor altura no superará los 6090 daN.

Nota 3: La tensión máxima en la retenida de línea situada a menor altura no superará los 6100 daN.

Nota 4: La tensión máxima en la retenida de línea situada a menor altura no superará los 4125 daN.

Nota 5: La tensión máxima en la retenida de línea situada a menor altura, en el apoyo en el cual se soporta el conductor neutro, no superará los 6090 daN.

²¹ Proyecto Tipo Versión 7, 2005.

5. Finalización de Planos²²

La ruta de una línea de distribución eléctrica en media tensión debe ser, en general, el trayecto más corto y de más fácil acceso posible para su construcción, inspección y mantenimiento. Las desviaciones en la ruta, son necesarias para evitar el cruce por terrenos inaccesibles como: propiedad privada, montañas, derrumbes, lugares húmedos.

Se trazan las redes a construir dando inicio en los puntos existentes que fueron levantados en campo, en el plano si los puntos son cercanos se debe mostrar los BDI de transformadores o de puntos de corte existentes, en el caso en que estos se encuentren a mas de 100 metros debe ponerse una nota indicando la distancia a la que se encuentran y en que dirección.

Para las Urbanizaciones la red eléctrica debe ir en vía pública, no se debe instalar postes en terrenos privados, ni se puede invadir los terrenos de forma aérea, es decir la línea primaria y secundaria no puede pasar por encima de ningún terreno. El mantenimiento de las redes primarias, secundarias, alumbrado público y medidores queda a cargo de la distribuidora.

En el caso de condominios el transformador debe instalarse en la vía pública y debe en el limite de la propiedad del condominio debe instalarse un nicho de medidores, el alumbrado exterior es privado y censado en el nicho de medidores, el mantenimiento del transformador y de las líneas que se requieran en vía pública quedan a cargo de la distribuidora, en el caso del alumbrado exterior de las calles dentro del condominio el mantenimiento y reparaciones queda a cargo de la administración del condominio.

En el caso de clientes con banco de transformadores exclusivos, como edificios, pozos, industrias, escuelas, oficinas, etc. Las redes y transformadores pueden ser privadas pero debe instalarse una medición totalizadora en el limite de la propiedad.

Para la realización de los diferentes cálculos se realiza un primer borrador que nos ayudara a trabajar en los mismos. Para la entrega se debe con la entrega de los siguientes Planos:

1. Plano de Media y Baja Tensión.
2. Plano Alumbrado Público
3. Plano de Acometidas

Disnorte – Dissur solicita 4 copias de cada uno, pero al momento de la apertura del expediente se entrega una copia únicamente para revisión, cuando el plano ya fue revisado y se ha cumplido con los cambios u observaciones realizadas por

²² La información Contenida en este Ítem fue Suministrada por Disnorte – Dissur en Curso de Criterios de Diseño, donde se tuvo como orador al Ing. Oscar Gutiérrez.

DN-DS, si las hubiera, ellos solicitaran al diseñador entregue las copias restantes, las cuales deben ser firmadas y selladas, por la empresa homologada que ejecuta el diseño.

❖ **Requisitos Técnicos de los planos**

1. Dibujo en AutoCAD 2005 en 8 Capas.
2. Escalas de dibujo entre 1:500 a 1:1500
3. Tamaño de la lámina impresa no menor al formato A3 o Tabloide
4. Cajetín Normado por Disnorte – Dissur, Firma y sello de empresa diseñadora, en todos los planos
5. Simbología, en todos los planos
6. Corte Transversal de Calle
7. Notas Generales del Proyecto, Plano de Media Tensión.
8. Notas de Alumbrado, en Plano de Alumbrado Público
9. Micro localización del Proyecto, en todos los planos
10. Tabla de Estaqueo (acciones a realizar; Instalar, Remocionar, Reubicar), en plano de media tensión y de Alumbrado Público, según el que corresponde.
11. Detalle de Medición según normativa de enlace vigente en Plano de Acometidas
12. Detalle de Luminarias.
13. Localización del Norte debidamente orientado según la lámina del dibujo en todos los planos
14. Representar al menos dos códigos BDI existentes uno anterior y otro posterior al PE, en plano de media tensión.
15. Indicar los límites de propiedades y linderos, en todos los planos
16. Representar dibujo en coordenadas UTM originales con todos los puntos debidamente geo referenciados.

Es de mencionar que en algunos casos solo se requerirá plano de media tensión por el tipo de cliente a alimentar, por lo general en clientes que solicitan banco de transformadores exclusivos.

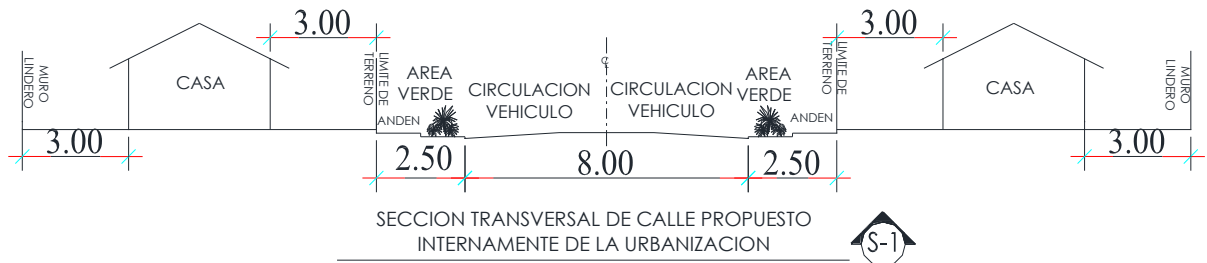
➤ **Capas que deberá presentar los dibujos en AutoCAD:**

0. Se incluye los datos del cajetín, notas general, simbología y la información completa del proyecto.
1. Cartografía. (Contiene: mapa de referencia, límites de propiedad del cliente, lotes, cercos carreteras, caminos trochas ríos, lomas, precipicios, etc.)
2. Red de Media Tensión a instalar (Línea Primaria)
3. Transformadores a instalar
4. Red de Baja Tensión a instalar (Línea de Secundario)
5. Red de Alumbrado Exterior a instalar
6. Estaqueo y tablas de coordenadas

En algunos casos por el tipo de proyecto se pueden agregar datos a la simbología que sean relevantes para el caso.

➤ Corte Transversal de Calle

Este es un detalle de como será la calle en el proyecto, aplica para urbanizaciones y condominios, en este detalle se presenta la medida de calle, área verde y andén, el mismo debe ser insertado en el plano de media tensión.



➤ Notas Generales Media Tensión

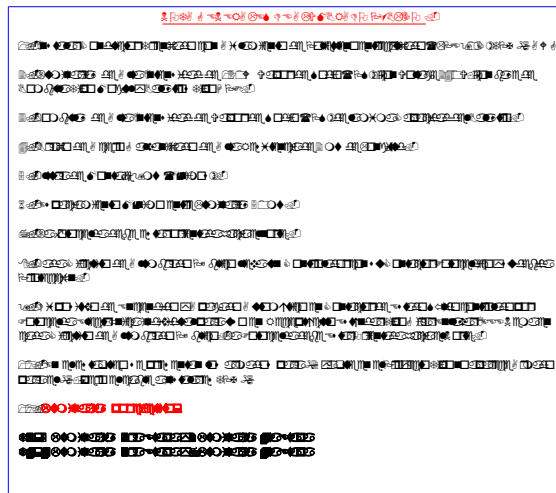
Las notas generales se insertan en Plano de Media Tensión y aquí se detallan datos relevantes del diseño, también se puede anotar el punto de corte para los trabajos de descargo, donde se instalara un corta circuito y todas las notas que consideremos relevantes para el plano, también se hace referencia a las etapas a construir. Se muestra un ejemplo:

NOTA GENERALES

- 1.- Los Materiales a instalar son completamente nuevos y Homologados por DN/DS.
- 2.- Solo DN/DS esta autorizado a energizar Línea Primaria y Transformadores.
- 3.- Los Trabajos deberán Cumplir con la Norma de Construcción de para Redes de Media Tensión en este Redondo de Concreto Proyecto Tipo.
- 4.- El Descargo sera programado por el Departamento de Obras de la Distribuidora
- 5.- Instalar en P1 CCF con Fusible de 10 Amp Tipo K

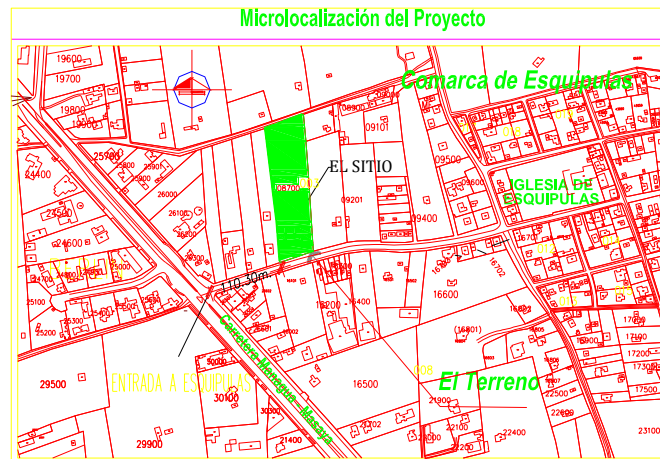
➤ Notas de Alumbrado Público

Para las notas de Alumbrado Público DN-DN solicita una lista de requerimientos que deben considerarse en la instalación de luminarias, además también debe de indicarse número de luminarias por transformador y si un transformador cubre luminarias de dos etapas diferentes también debe de indicarse, en nuestro ejemplo se muestra uno de estos casos:



➤ **Micro localización del Proyecto**

Detalle en plano de la ubicación del proyecto señalando la ubicación del sitio.



➤ **Tabla de Estaqueo**

La tabla de estaqueo va inserta en los planos de media tensión y alumbrado público, en ella se describen las estructuras y postes primarias y secundarias, postes, retenidas y transformadores a instalar a instalar en el proyecto, en él se incluye lo existente, lo a instalar, lo a reubicar, lo a remocionar y las coordenadas, según el caso, en los casos que no se requiera reubicar ni remocionar ningún punto no es necesario se incluya esta columna incluirse este espacio en el estaqueo y así que el estaqueo ocupe menos espacio en el plano o se ponga en una escala mas grande y mas legible.

❖ Unidades Constructivas a Utilizar²³

1. Postes

- Los postes deben ser de hormigón pretensado centrifugado (HPC) desde 9m a 14m de altura total y de 300 a 800 daN de esfuerzo. Que en el estaque se definirán de la siguiente forma:

HPC-9M-300daN
HPC-9M-500daN
HPC-9M-800daN
HPC-10.5M-300daN
HPC-10.5M-500daN
HPC-10.5M-800daN
HPC-12M-300daN
HPC-12M-500daN
HPC-12M-800daN
HPC-14M-500daN
HPC-14M-800daN

- Los postes de 500 y 800 daN deben ser hormigonados, en el estaque se define como Hormigonado Apoyo de (500 ó 800) daN.
- Los postes de 14M solo se fabrican en 500 y 800 daN.

2. Armados o estructuras

Se le llama armados al conjunto de crucetas, aisladores y herrajes que se instalan en un poste. Las principales características que diferencian a los armados son la cantidad de crucetas y el tipo de aisladores.

La cantidad y tipo de armados que se instalen en un apoyo define el tipo de estructura y la función que va a tener ese punto dentro del sistema.

Para la selección de armados por punto se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- 2.1. Armado en Alineación <5° (Apoyo AL):** Apoyo en alineamiento, cuando el apoyo es tangente a la red, ó la línea forma un ángulo no mayor de 5° en este punto.
- 2.2. Armado en Angulo (Apoyo AG):** Apoyo en Angulo, Este armado se utiliza cuando el conductor de la red de distribución forma un ángulo entre 5° y 30° al realizar un cambio de dirección. Estos cambios de dirección en el conductor se pueden deber a la forma de la carretera, en el caso que

²³ Unidades Constructivas contenidas en Manual Proyecto Tipo Versión 7 año 2005.

las líneas se encuentren paralelas a alguna vía, que en un punto realiza una curva

- 2.3. Armado en Anclaje (Apoyo AC):** Apoyo de Anclaje, Este armado se utiliza cuando el conductor de la red forma un ángulo de 30° a 60° o de 60° a 90° al realizar un cambio de dirección en su paso por este apoyo o cuando en un punto de la red se quiere realizar un corte o amarre. Cuando se está construyendo una línea nueva, normalmente se colocan los anclajes según la longitud de los conductores que vienen en cada bobina, aunque esto lo define el diseñador, cuando la línea remata en este punto y existe prolongación de línea.
- 2.4. Armado Fin de Línea (Apoyo FL):** Apoyo Fin de Línea, cuando la línea remata y finaliza la red, no hay prolongación de línea

Basados en la norma Proyecto Tipo los armados a utilizar son los siguientes:

043	ARMADOS DE MEDIA TENSION
0430-1	ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS
	ALINEACION Y ANGULO MENOR DE 5°
04301000	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFASICO ALIN. Y ANG. < 5°, ACSR 477 MCM
04301100	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO ALIN. Y ANG. < 5°, ACSR 266 MCM
04301200	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO ALIN. Y ANG. < 5°, ACSR 4/0
04301300	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO ALIN. Y ANG. < 5°, ACSR 1/0
	SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO ÁNGULO 5 a 20-30°
04302000	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO ÁNGULO 5 a 20°, ACSR 477 MCM
04302100	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO ÁNGULO 5 a 20°, ACSR 266 MCM
04302200	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO ÁNGULO 5 a 30°, ACSR 4/0
04302300	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRI FÁSICO ÁNGULO 5 a 30°, ACSR 1/0
	SIMPLE CIRCUITO TRIFASICO ANCLAJE Y ANGULO 20-30 a 60°
04303000	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFASICO ANCLAJE Y ANG. 20 a 60°, ACSR 477 MCM
04303100	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFASICO ANCLAJE Y ANG. 20 a 60°, ACSR 266 MCM
04303200	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFASICO ANCLAJE Y ANG. 30 a 60°, ACSR 4/0
04303300	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO ANCLAJE Y ANG. 30 a 60°, ACSR 1/0
	SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO ÁNGULO 60 A 90°
04304000	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. ANGULO 60 a 90°, ACSR 477 MCM
04304100	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. ANGULO 60 a 90°, ACSR 266 MCM
04304200	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. ÁNGULO 60 a 90°, ACSR 4/0
04304300	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. ANGULO 60 a 90°, ACSR 1/0
	SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO FIN DE LÍNEA
04305000	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. FIN DE LÍNEA, ACSR 477 MCM
04305100	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. FIN DE LINEA, ACSR 266
04305200	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. FIN DE LINEA, ACSR 4/0
04305300	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. FIN DE LÍNEA, ACSR 1/0
	SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO PROLONGACION DE LINEA
04305500	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. PROLONGACIÓN DE LÍNEA, ACSR 477 MCM
04305600	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. PROLONGACIÓN DE LÍNEA, ACSR 266 MCM
04305700	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. PROLONGACION DE LINEA, ACSR 4/0 AWG
04305800	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. PROLONGACION DE LINEA, ACSR 1/0 AWG
	ANCLAJE, ÁNGULO 20-30 A 60° CON CAMBIO DE CONDUCTOR
04306000	ARMADO SIMP. CIRC. TRIF. ANCL. Y ANG. 20 A 60° CON CAMBIO ACSR 477 A 266
04306100	ARMADO SIMP. CIRC. TRIF. ANCL. Y ANG. 20 A 60° CON CAMBIO ACSR 477 A 4/0
04306200	ARMADO SIMP. CIRC. TRIF. ANCL. Y ANG. 20 A 60° CAMBIO ACSR 477 A 1/0
04306300	ARMADO SIMP. CIRC. TRIF. ANCL. Y ANG. 20 A 60° CAMBIO ACSR 266 A 4/0
04306400	ARMADO SIMP. CIRC. TRIF. ANCL. Y ANG. 20 A 60° CAMBIO ACSR 266 A 1/0
04306500	ARMADO SIMP. CIRC. TRIF. ANCL. Y ANG. 30 A 60°, CAMBIO ACSR 4/0 A 1/0

*“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”*

	ANGULO 60 A 90° CON CAMBIO DE CONDUCTOR
04307000	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. ANG. 60 A 90°, CAMBIO ACSR 477 A 266
04307100	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. ANG. 60 A 90°, CAMBIO ACSR 477 A 4/0
04307200	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. ANG. 60 A 90°, CAMBIO ACSR 477 A 1/0
04307300	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. ANG. 60 A 90°, CAMBIO ACSR 266 A 4/0
04307400	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. ANG. 60 A 90°, CAMBIO ACSR 266 A 1/0
04307500	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. ANG. 60 A 90°, CAMBIO ACSR 4/0 A 1/0
	SIMPLE CIRC. TRIF. AL. Y ANG. MENOR DE 5° VANOS LARGOS
04308100	ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. AL Y ANG <5°, VANO LARGO, ACSR 266 MCM
04308200	ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. AL Y ANG <5°, VANO LARGO, ACSR 4/0
04308300	ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. AL Y ANG <5°, VANO LARGO, ACSR 1/0
	ALINEACIÓN Y ÁNGULO MENOR DE 5° DISPOSICION VERTICAL
04311000	ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ALIN. Y ANG. < 5° DISPOSICION VERTICAL, ACSR 477
04311100	ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ALIN. Y ANG. < 5° DISPOSICION VERTICAL, ACSR 266
04311200	ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ALIN. Y ANG. < 5° DISPOSICION VERTICAL, ACSR 4/0
04311300	ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ALIN. Y ANG. < 5° DISPOSICION VERTICAL, ACSR 1/0
	ÁNGULO DE 5 A 60° DISPOSICION VERTICAL
04312000	ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANG. 5 A 60° DISPOS. VERTICAL, ACSR 477
04312100	ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANG. 5 A 60° DISPOS. VERTICAL, ACSR 266, 4/0 y 1/0
	SIMPLE CIRCUITO TRIFASICO FIN DE LINEA DISPOSICION VERTICAL
04313000	ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. FIN DE LINEA, DISP. VERTICAL, ACSR 477 MCM
04313100	ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. FIN DE LINEA, DISP. VERTICAL, ACSR 266, 4/0 Y 1/0
	SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO PROLONGACIÓN DE LÍNEA DISPOSICION VERTICAL
04314000	ARMADO SIMP. CIRC. TRIF. PROL. DE LINEA, DISP. VERTICAL, ACSR 477 MCM
04314100	ARMADO SIMP. CIRC. TRIF. PROL. DE LINEA, DISP. VERTICAL, ACSR 266 MCM
04314200	ARMADO SIMP. CIRC. TRIF. PROL. DE LINEA, DISP. VERTICAL, ACSR 4/0 AWG
04314300	ARMADO SIMP. CIRC. TRIF. PROL. DE LINEA, DISP. VERTICAL, ACSR 1/0 AWG
0432-3	ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS
	SIMPLE CIRC. MONOF. AL. Y ANG. MENOR DE 5°
04321100	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACIÓN Y ÁNGULO < 5°, ACSR 4/0
04321200	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACION Y ANGULO < 5°, ACSR 1/0
	SIMPLE CIRCUITO MONOF. ÁNGULO 5 a 30°
04322100	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANGULO 5 a 30°, ACSR 4/0
04322200	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANGULO 5 a 30°, ACSR 1/0
	SIMPLE CIRCUITO MONOF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 a 60°
04323100	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 a 60°, ACSR 4/0
04323200	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANCLAJE Y ANGULO 30 a 60°, ACSR 1/0
	SIMPLE CIRCUITO MONOF. ÁNGULO 60 A 90°
04324100	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFÁSICO ÁNGULO 60 a 90°, ACSR 4/0
04324200	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFASICO ANGULO 60 a 90°, ACSR 1/0
	SIMPLE CIRCUITO MONOF. FIN DE LÍNEA
04325100	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFÁSICO FIN DE LÍNEA
	SIMPLE CIRCUITO MONOF. PROLONGACION DE LINEA
04326100	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFASICO PROLONGACION DE LINEA, ACSR 4/0

*“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”*

04326200	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFÁSICO PROLONGACIÓN DE LÍNEA, ASCR 1/0
	SIMPLE CIRC. MONOF. ANC. Y ÁNG. 30 a 60° CAMBIO DE COND.
04328100	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANCLAJE Y ANGULO 30 a 60°, CAMB. 4/0 A 1/0
	SIMPLE CIRC. MONOF. ANG. 60 A 90° CAMBIO DE CONDUCTOR
04329100	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ÁNGULO 60 A 90°, CAMBIO 4/0 A 1/0
0434-5	ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS DOBLE CIRCUITO
04341000	ARMADO DOBLE CIRC. TRIF. ALINEACIÓN Y ÁNGULO <5°, ACSR 477 MCM
04341100	ARMADO DOBLE CIRC. TRIF. ALINEACIÓN Y ÁNGULO <5°, ACSR 266 MCM
04341200	ARMADO DOBLE CIRC. TRIF. ALINEACION Y ANGULO <5°,ACSR 4/0
04341300	ARMADO DOBLE CIRC. TRIF. ALINEACIÓN Y ÁNGULO <5°,ACSR 1/0
	DOBLE CIRCUITO TRIFASICO ANGULO 5 a 20-30°
04342000	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFASICO ANGULO 5 a 20°, ACSR 477 MCM
04342100	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFÁSICO ÁNGULO 5 a 20°, ACSR 266 MCM
04342200	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFÁSICO ÁNGULO 5 a 30°, ACSR 4/0
04342300	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFASICO ANGULO 5 a 30°, ACSR 1/0
	DOBLE CIRCUITO TRIFASICO ANCLAJE Y ANGULO 20-30 a 60°
04343000	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIF. ANCLAJE Y ÁNGULO 20 a 60°, ACSR 477 MCM
04343100	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIF. ANCLAJE Y ÁNGULO 20 a 60°, ACSR 266 MCM
04343200	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 a 60°, ACSR 4/0
04343300	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 a 60°, ACSR 1/0
	DOBLE CIRC. TRIFASICO ANG. 60 A 90° (DOS POSTES)
04344000	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFÁSICO ÁNGULO 60 A 90° (DOS POSTES), ACSR 477
04344100	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFÁSICO ÁNGULO 60 A 90° (DOS POSTES), ACSR 266
04344200	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFASICO ANGULO 60 A 90° (DOS POSTES), ACSR 4/0
04344300	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFÁSICO ÁNGULO 60 A 90° (DOS POSTES), ACSR 1/0
	DOBLE CIRCUITO TRIFÁSICO FIN DE LÍNEA
04345000	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFASICO FIN DE LINEA, ACSR 477 MCM
04345100	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFASICO FIN DE LINEA, ACSR 266
04345200	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFASICO FIN DE LINEA, ACSR 4/0
04345300	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFÁSICO FIN DE LÍNEA, ACSR 1/0
	DOBLE CIRCUITO TRIFÁSICO PROLONGACIÓN DE LÍNEA
04345500	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFÁSICO PROLONGACIÓN DE LÍNEA, ACSR 477 MCM
04345600	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFASICO PROLONGACION DE LINEA, ACSR 266 MCM
04345700	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFASICO PROLONGACION DE LINEA, ACSR 4/0 AWG
04345800	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFÁSICO PROLONGACIÓN DE LÍNEA, ACSR 1/0 AWG
	DOBLE CIRCUITO TRIFASICO ANCLAJE CON CAMBIO DE CONDUCTOR
04346000	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIF. ANCLAJE, CAMBIO ACSR 477 A 266
04346100	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIF. ANCLAJE, CAMBIO ACSR 477 A 4/0
04346200	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIF. ANCLAJE, CAMBIO ACSR 477 A 1/0
04346300	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIF. ANCLAJE, CAMBIO ACSR 266 A 4/0
04346400	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIF. ANCLAJE, CAMBIO ACSR 266 A 1/0
04346500	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIF. ANCLAJE, CAMBIO ACSR 4/0 A 1/0
	DOBLE CIRC. TRIFÁSICO ANG. 60 A 90° (UN POSTE)
04347000	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFÁSICO ÁNGULO 60 A 90° (UN POSTE), ACSR 477
04347100	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFASICO ANGULO 60 A 90° (UN POSTE), ACSR 266

04347200	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFÁSICO ÁNGULO 60 A 90° (UN POSTE), ACSR 4/0
04347300	ARMADO DOBLE CIRCUITO TRIFASICO ANGULO 60 A 90° (UN POSTE), ACSR 1/0
0436-7	ESTRUCTURAS BIFÁSICAS SIMPLES
	SIMPLE CIRC. BIFAS. ALINEACION Y ANGULO MENOR DE 5°
	SIMPLE CIRC. BIFAS. ANCLAJE Y ANGULO DE 30 A 60°
	SIMPLE CIRC. BIFAS. ANGULO DE 60° a 90°
	SIMPLE CIRC. BIFAS. FIN DE LINEA
	SIMPLE CIRC. BIFAS. ANCLAJE Y ÁNGULO DE 30 A 60°, CAMBIO DE CONDUCTOR
	SIMPLE CIRC. BIFAS. ÁNGULO DE 60 a 90°, CAMBIO DE CONDUCTOR
	SIMPLE CIRC. BIFAS. ALINEACIÓN Y ÁNGULO MENOR DE 5°, VANO LARGO
	SIMPLE CIRC. BIFAS. ALINEACION Y ANGULO MENOR DE 5°, DISP. VERTICAL
	SIMPLE CIRC. BIFAS. ANGULO DE 5° A 60°, DISPOSICION VERTICAL
	SIMPLE CIRC. BIFAS. FIN DE LINEA, DISPOSICIÓN VERTICAL
	SIMPLE CIRC. BIFAS. PROLONGACIÓN DE LINEA, DISPOSICIÓN VERTICAL

Transformadores

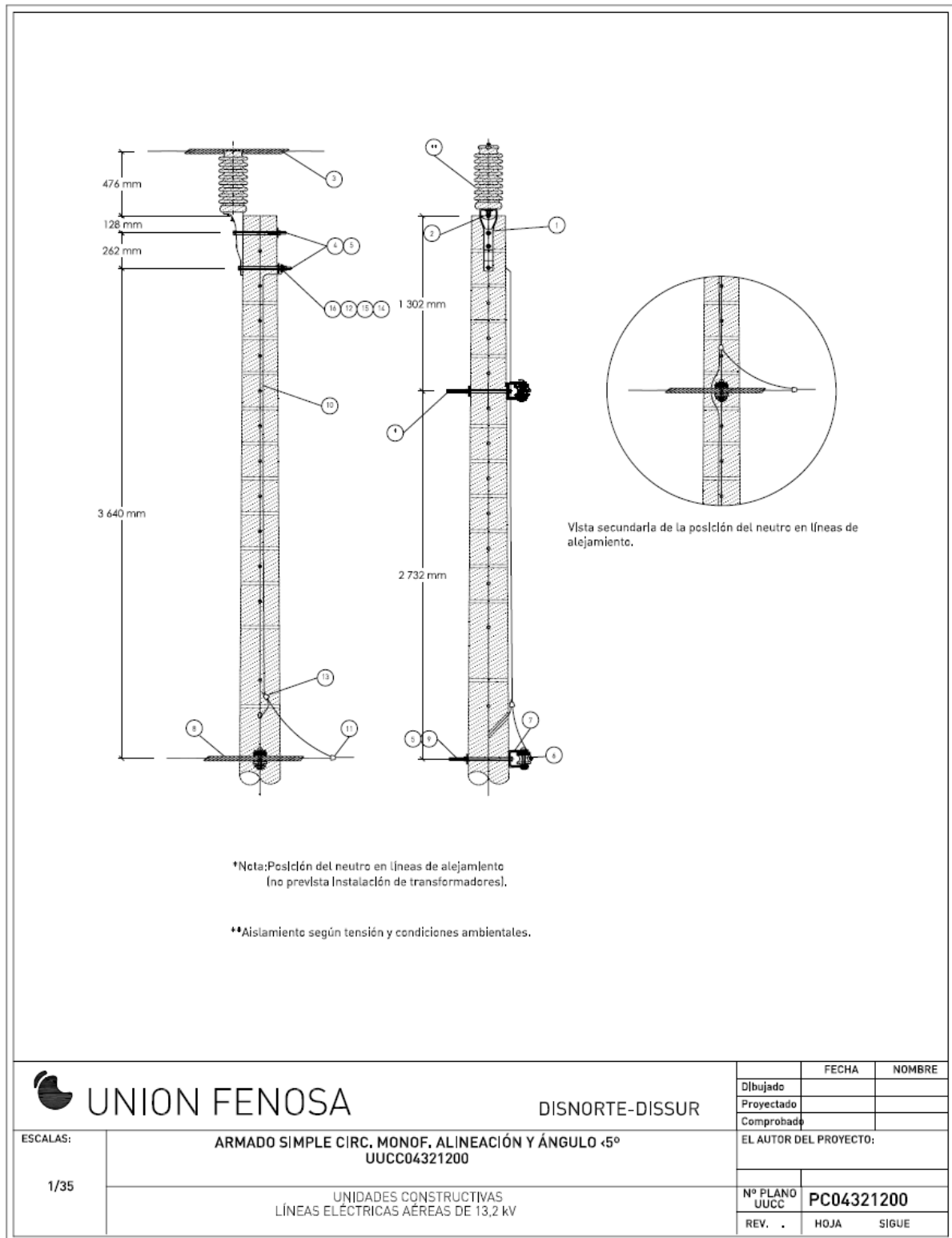
63	063	TRANSFORMADORES
		MONTAJE DE TRANSFORMADOR MONOFÁSICO AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE
6301000	06301000	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 13,2 kV/120-240 V - 10 kVA
6301200	06301200	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 13,2 kV/120-240 V - 25 kVA
6301400	06301400	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 13,2 kV/120-240 V - 50 kVA
6301500	06301500	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 13,2 kV/120-240 V - 75 kVA
6302000	06302000	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 34,5 kV/120-240 V - 10 kVA
6302200	06302200	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 34,5 kV/120-240 V - 25 kVA
6302400	06302400	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 34,5 kV/120-240 V - 50 kVA
6302500	06302500	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 34,5 kV/120-240 V - 75 kVA
6303000	06303000	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 12,47 kV/120-240 V -10kVA
6303200	06303200	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 12,47 kV/120-240 V -25kVA
6303400	06303400	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 12,47 kV/120-240 V -50kVA
6303500	06303500	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 12,47 kV/120-240 V -75kVA
6304000	06304000	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 24,9 kV/120-240 V -10kVA
6304200	06304200	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 24,9 kV/120-240 V -25kVA
6304400	06304400	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 24,9 kV/120-240 V -50kVA
6304500	06304500	TRAFO MONOF. AUTOPROTEGIDO SOBRE POSTE, 24,9 kV/120-240 V -75kVA

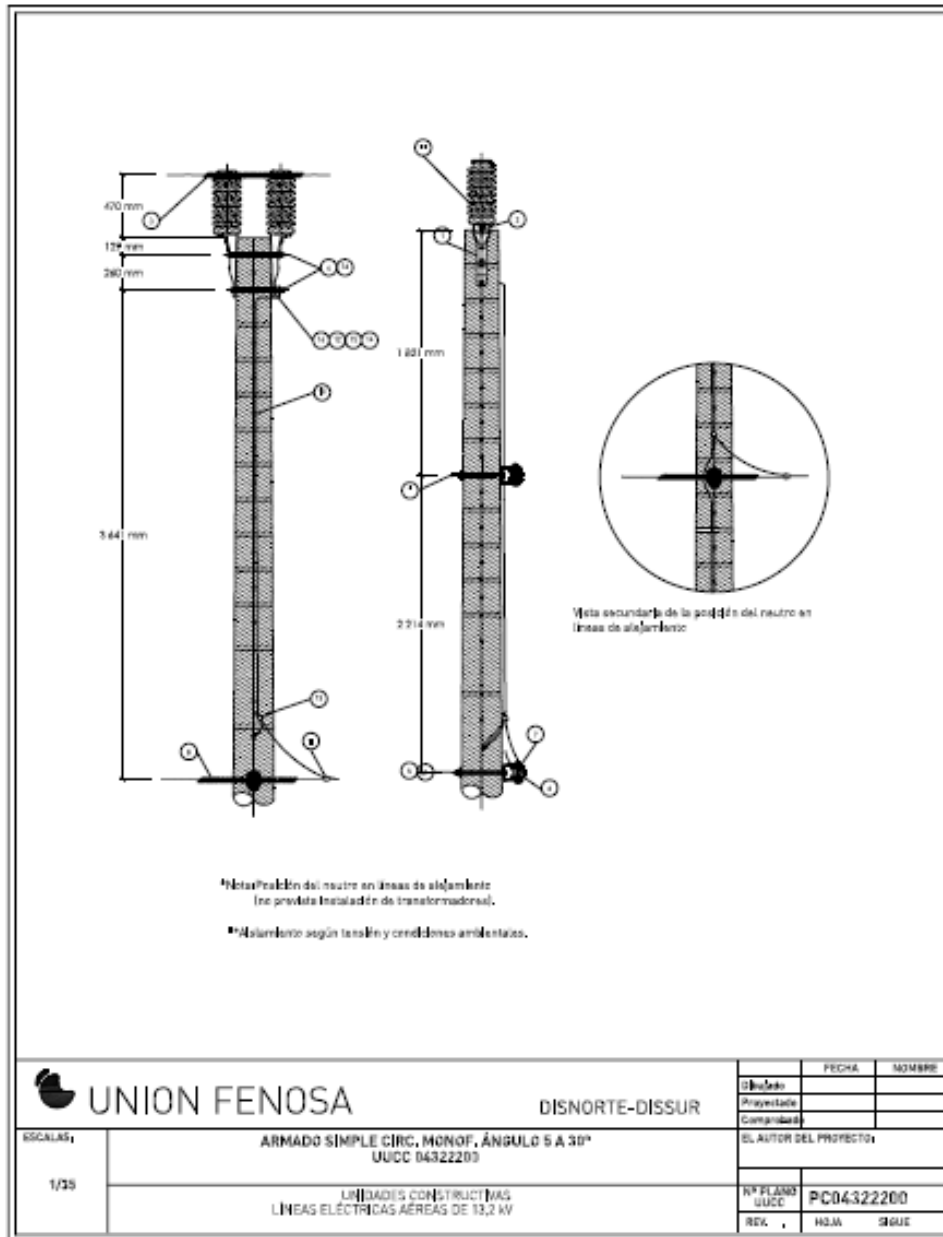
*“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”*

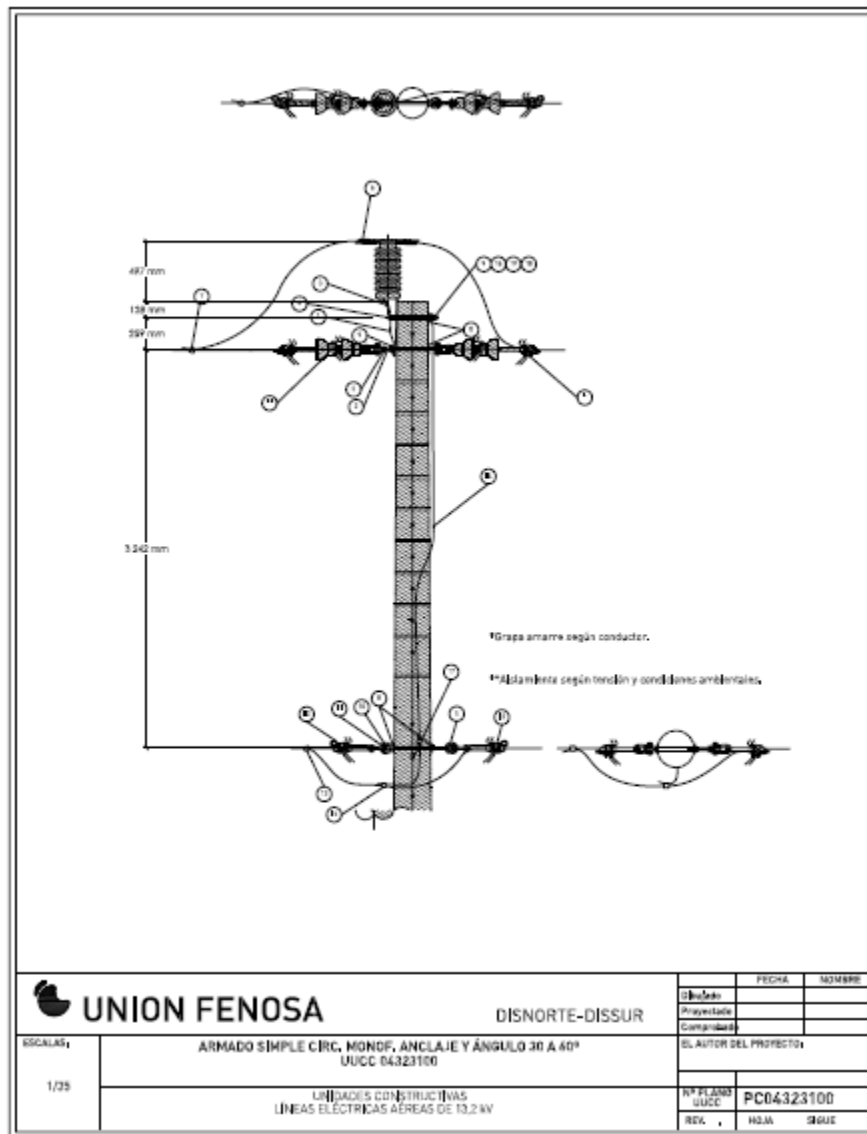
		DOS TRAFOS MONOFÁSICOS AUTOPROTEGIDOS SOBRE POSTE
6311200	06311200	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 13,2 kV/120-240 V - 2 X 25 kVA
6311400	06311400	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 13,2 kV/120-240 V - 2 X 50 kVA
6311500	06311500	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 13,2 kV/120-240 V - 2 X 75 kVA
6312200	06312200	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 34,5 kV/120-240 V - 2 X 25 kVA
6312400	06312400	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 34,5 kV/120-240 V - 2 X 50 kVA
6312500	06312500	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 34,5 kV/120-240 V - 2 X 75 kVA
6313200	06313200	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 12,47 kV/120-240 V - 2 X 25 kVA
6313400	06313400	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 12,47 kV/120-240 V - 2 X 50 kVA
6313500	06313500	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 12,47 kV/120-240 V - 2 X 75 kVA
6314200	06314200	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 24,9 kV/120-240 V - 2 X 25 kVA
6314400	06314400	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 24,9 kV/120-240 V - 2 X 50 kVA
6314500	06314500	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 24,9 kV/120-240 V - 2 X 75 kVA
6321100	06321100	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 13,2 kV/120-240 V - 25 y 50 kVA
6321300	06321300	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 13,2 kV/120-240 V - 50 y 75 kVA
6322100	06322100	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 34,5 kV/120-240 V - 25 y 50 kVA
6322300	06322300	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 34,5 kV/120-240 V - 50 Y 75 kVA
6323100	06323100	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 12,47 kV/120-240 V - 25 y 50 kVA
6323300	06323300	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 12,47 kV/120-240 V - 50 y 75 kVA
6324100	06324100	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 24,9 kV/120-240 V - 25 y 50 kVA
6324300	06324300	DOS TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 24,9 kV/120-240 V - 50 y 75 kVA
		TRES TRAFOS MONOFÁSICOS AUTOPROTEGIDOS SOBRE POSTE
6341100	06341100	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 12,47 kV/120-240 V - 3 X 50 kVA
6341200	06341200	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 12,47 kV/120-240 V - 3 X 75 kVA
6341300	06341300	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 12,47 kV/120-240 V - 2x50 Y 75 kVA
6341400	06341400	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 12,47 kV/120-240 V - 50 Y 2x75 kVA
6342100	06342100	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 13,2 kV/120-240 V - 3 X 50 kVA
6342200	06342200	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 13,2 kV/120-240 V - 3 X 75 kVA
6342300	06342300	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 13,2 kV/120-240 V - 2x50 Y 75 kVA
6342400	06342400	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 13,2 kV/120-240 V - 50 Y 2x75 kVA
6343100	06343100	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 24,9 kV/120-240 V - 3 X 50 kVA
6343200	06343200	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 24,9 kV/120-240 V - 3 X 75 kVA
6343300	06343300	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 24,9 kV/120-240 V - 2x50 Y 75 kVA
6343400	06343400	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 24,9 kV/120-240 V - 50 Y 2x75 kVA
6344100	06344100	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 34,5 kV/120-240 V - 3 X 50 kVA
6344200	06344200	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 34,5 kV/120-240 V - 3 X 75 kVA
6344300	06344300	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 34,5 kV/120-240 V - 2x50 Y 75 kVA
6344400	06344400	TRES TRAFOS MONOF. AUTOP. SOBRE POSTE, 34,5 kV/120-240 V - 50 Y 2x75 kVA

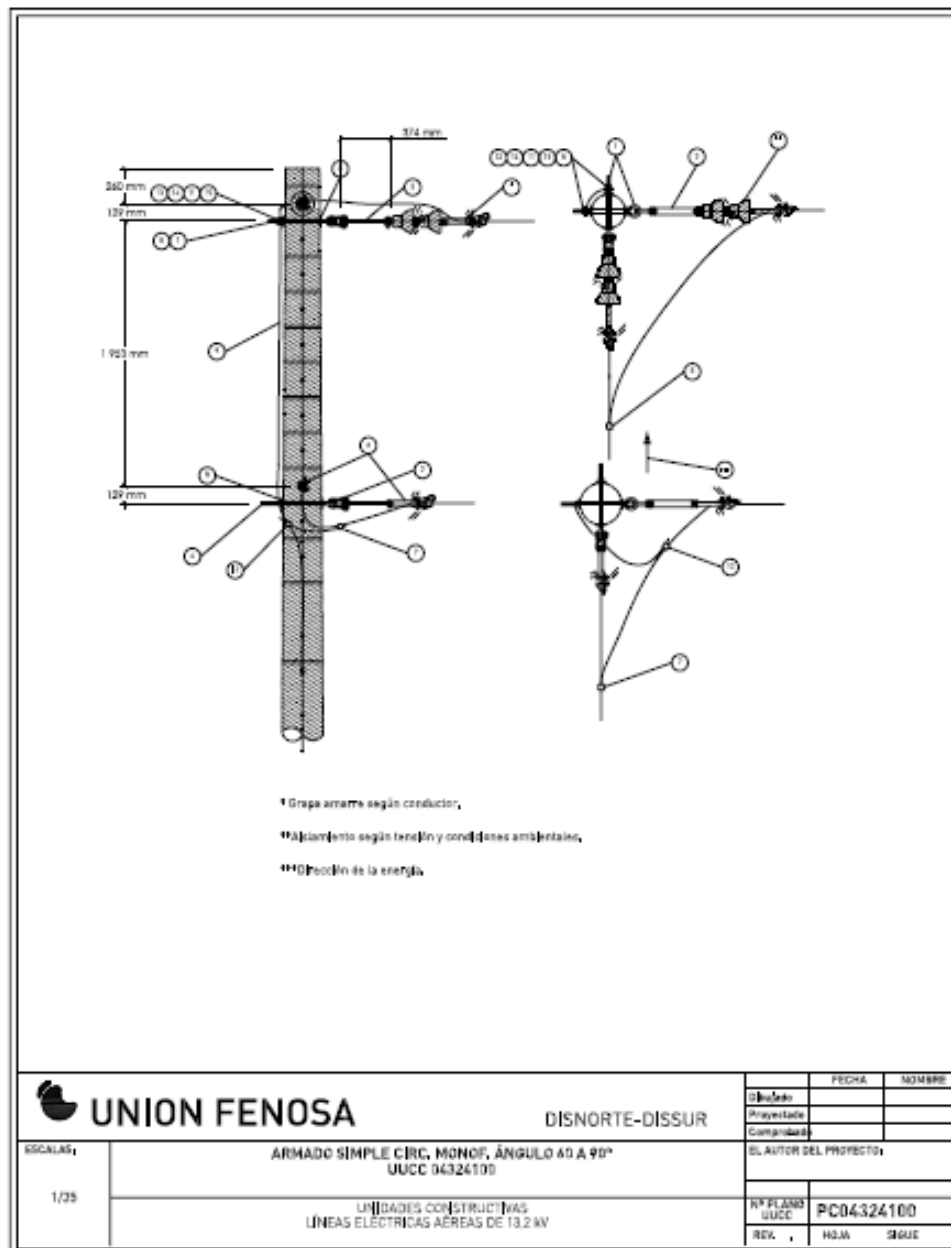
**“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”**

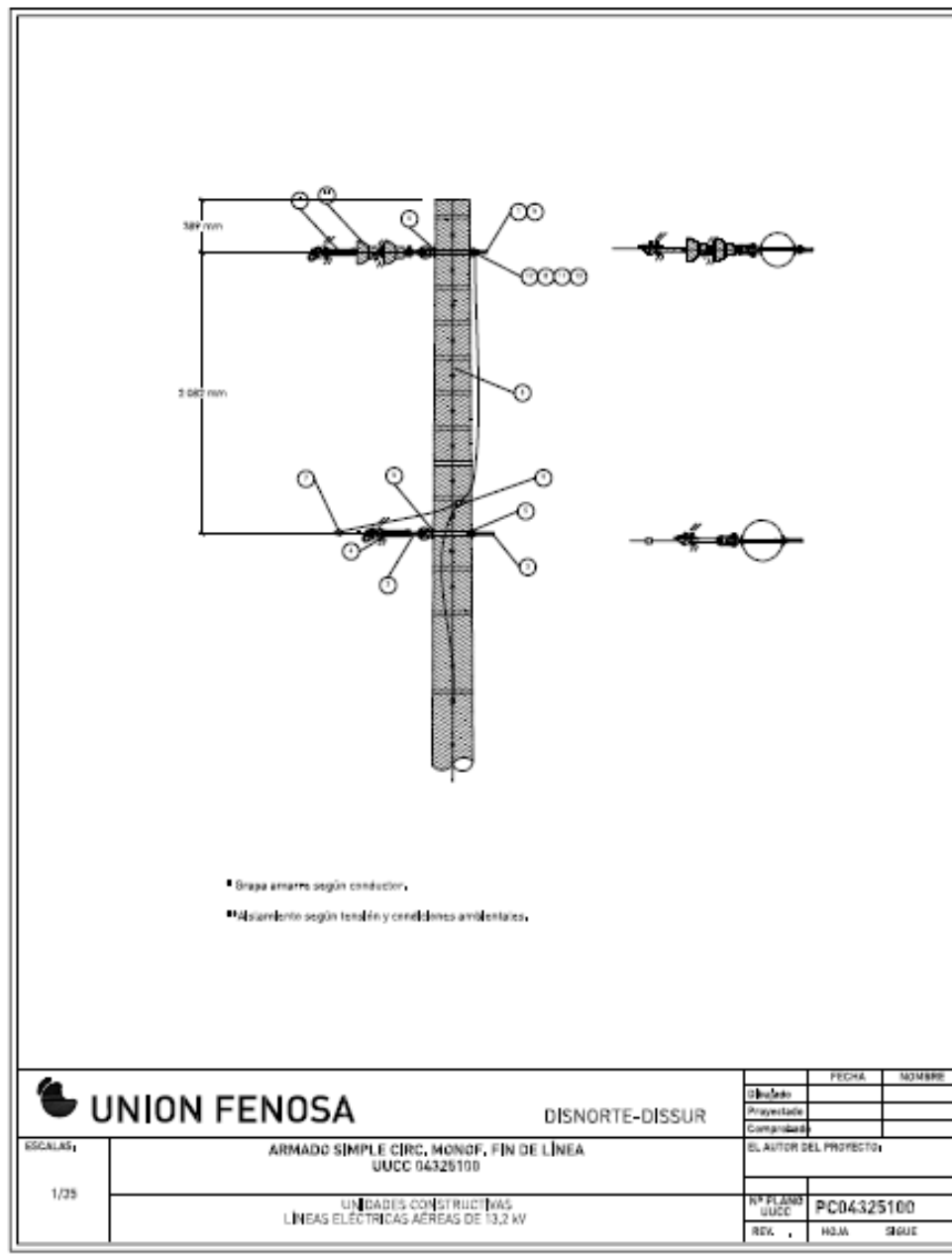
Los gráficos de como se debe armar estructuras es el siguiente:

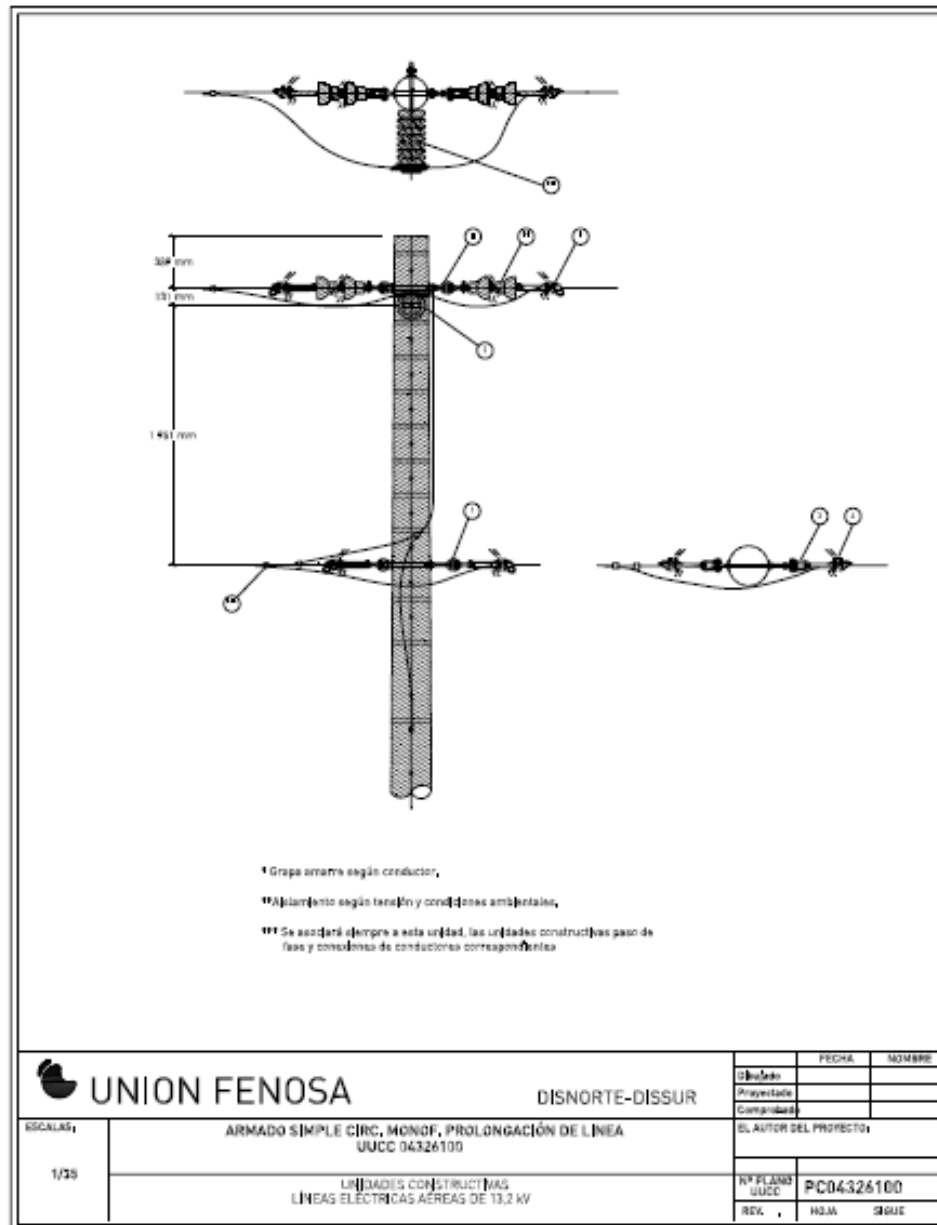












Armados BT

Arm BT Alin y Ang Hasta 30º p/Neutro Fiador (Calibre del Conductor)
Arm BT Fin de Linea p/Neutro Fiador (Calibre del Conductor)

Puesta a Tierra

Puesta a Tierra en Poste de Hormigon Hasta (10 y 14)M
Puesta a Tierra Anillo Cerrado en Poste de Hormigon Hasta 14M

Retenida

Montaje Conjunto Retenida 3/8" con aislador tensor
Montaje Conjunto Retenida Vertical 3/8" con aislador tensor

24

En general el formato del estaqueo es así:

Estaqueo de Media Tensión Proyecto					
Punto	Existe	Instalar	Remocionar	Reubicar	Coordenada

²⁴ Estas Retenidas También son conocidas como Retenida Sencilla y Retenida a Compresión.

**“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”**

En el ejemplo que hemos venido mostrando nuestro estaqueo de Red de Media Tensión quedo así:

Estaqueo de Media Tensión Urbanizacion El Alamo		
Punto	Existe	Instalar
PA	1) PC-40'	
	1) MT-301	
	1) PR- 101	
PE		1) HPC-10.5m-300dan- Hormigonado
		1) Arm Simp Circ Trif Alin y Ang. 5º ACSR 1/0 AWG
		1) Deriv Monofásica Rigida con CCF y Fusible de 10 Amp Tipo K
		1) Puesta a Tierra con anillo cerrado en HPC hasta 14 M
P1		1) HPC-10.5m-300dan
		1) Arm Simp Circ Trif Alin y Ang. 30-60º ACSR 1/0 AWG
		1) Mont. Conj. de Ret. Vertical 3/8" con aislador tensor
		1) Arm BT Fin de Linea p/Neutro Fiador 1/0 en poste BT
		1) Puesta a Tierra con anillo cerrado en HPC hasta 14 M
P2		1) HPC-10.5m-300dan
		1) Arm Simp Circ Monof Alin y Ang. 5º ACSR 1/0 AWG
		1) Puesta a Tierra en HPC hasta 14 M
		1) Arm BT Alin y Ang Hasta 30º p/Neutro Fiador 1/0 en poste MT
P3		1) HPC-12m-800 dan, Hormigonado
		1) Arm Simp Circ Monof Fin de Linea
		1) Puesta a Tierra con anillo cerrado en HPC hasta 14 M
		1) Trafo Monof Autop s/poste 13.2 Kv 120/240 V. 50 KVA
		1) Arm BT Alin y Ang Hasta 30º p/Neutro Fiador 1/0 en poste MT
P4		1) HPC-9 m-300dan
		1) Arm BT Alin y Ang Hasta 30º p/Neutro Fiador 1/0 en poste BT
P5		1) HPC-9 m-300dan
		1) Arm BT Fin de Linea p/Neutro Fiador 1/0 en poste BT
		1) Mont. Conj. de Ret. Vertical 3/8" con aislador tensor
		1) Puesta a tierra en HPC hasta 10 M

En el caso del alumbrado público el estaqueo queda de la siguiente manera:

Estaqueo de Alumbrado Público Urbanizacion el Alamo	
Punto	Instalar
P1	1) Luminaria de 150 W Alta Presion de Sodio, Brazo de 6'
	1) Arm BT Fin de Línea p/Neutro Fiador #2
P2	1) Luminaria de 150 W Alta Presion de Sodio, Brazo de 6'
	1) Arm BT Ang hasta 30º c/Neutro Fiador #2
P3	1) Luminaria de 150 W Alta Presion de Sodio, Brazo de 6'
	1) Control Fotoelectrico
P4	1) Arm BT Ang hasta 30º c/Neutro Fiador #2
	1) Luminaria de 150 W Alta Presion de Sodio, Brazo de 6'
P5	1) Arm BT Ang hasta 30º c/Neutro Fiador #2
	2) Luminaria de 150 W Alta Presion de Sodio, Brazo de 6'

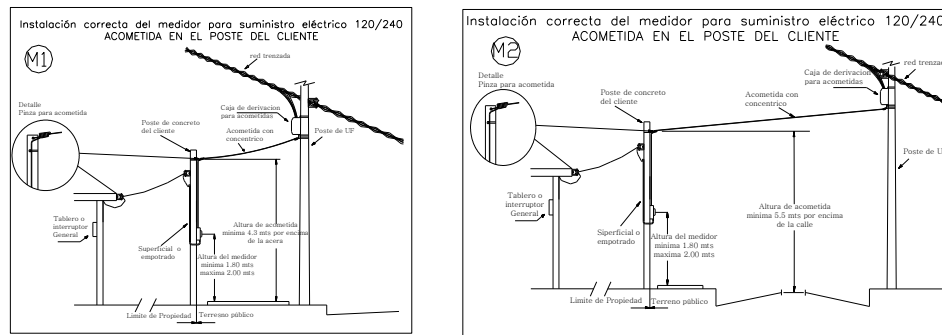
➤ Detalle de Medición

En ese detalle se define el tipo de medición a instalar, si en el diseño aplica entregar un plano de acometidas, como en las urbanizaciones, se inserta en el plano de acometidas, en los casos de instalaciones exclusivas en que solo se presentara plano de media tensión se debe instalar en este el detalle de medición.

Los Tipos de Medición son Medición Secundaria Domiciliar y Medición Primaria, la Medición Secundaria Domiciliar es para Urbanizaciones, Residenciales y Lotificaciones. La Medición Primaria se instala en clientes exclusivos con Bancos de transformadores de 3x50kva a más.

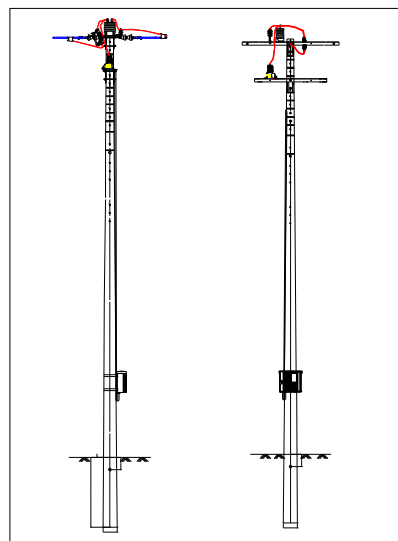
Se presentan algunos ejemplos:

Detalle Medición en Urbanizaciones



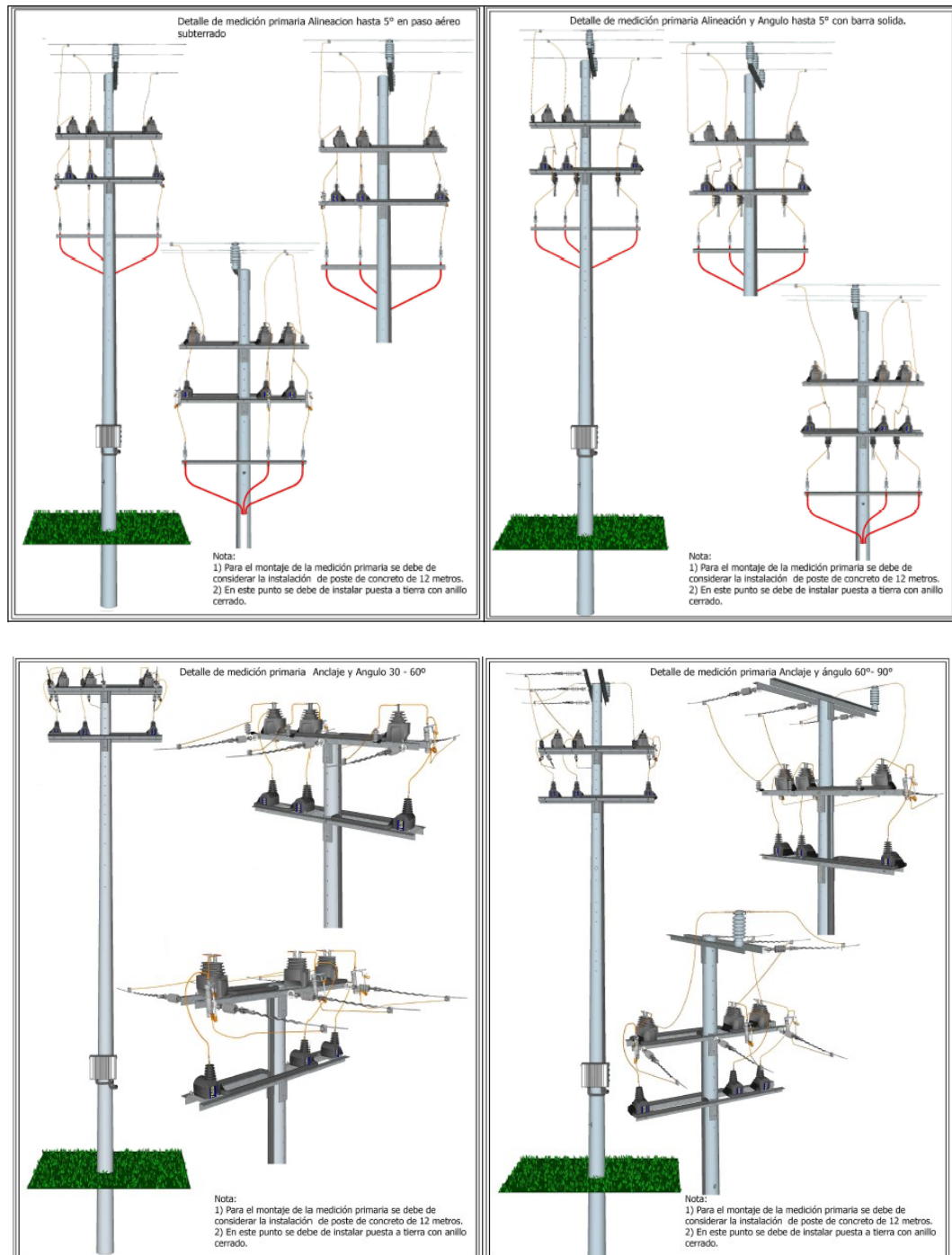
Este tipo de detalle es el aplicado al ejemplo que hemos venido trabajando.

Detalle de Medición Primaria Monofásica



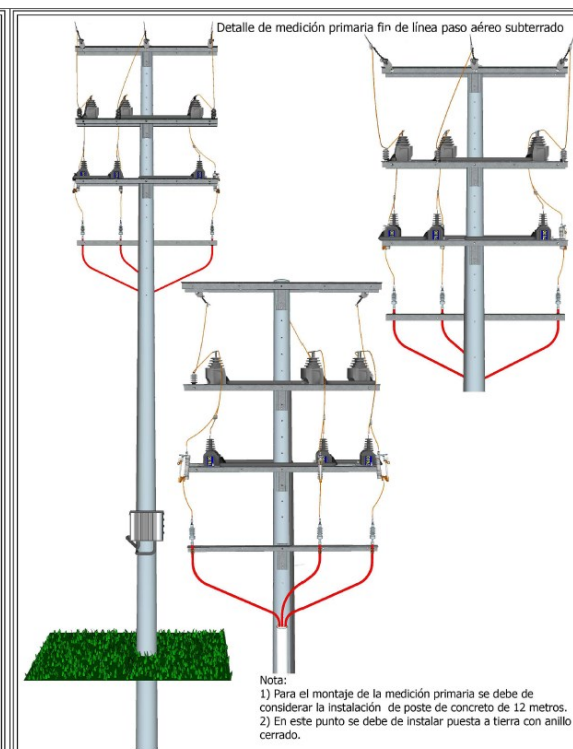
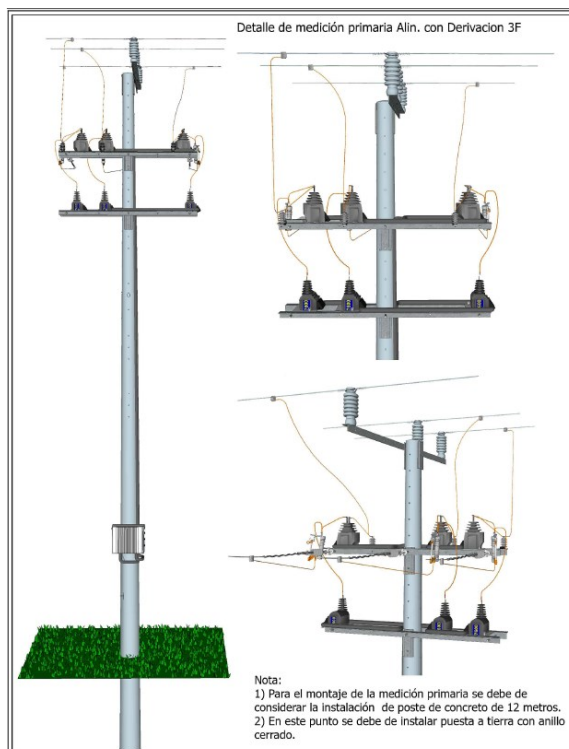
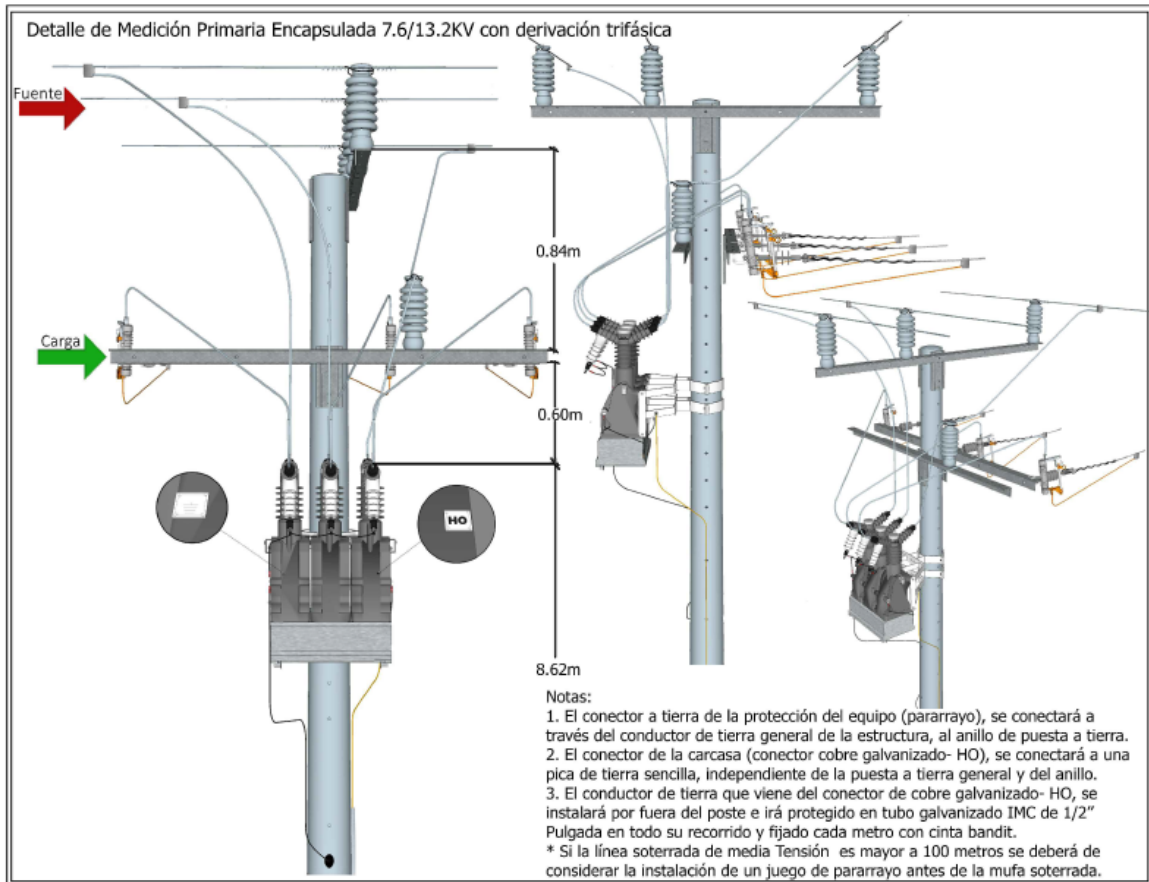
Detalles de Medición Primaria Trifásica²⁵

Cuando se requiera instalar medición primaria trifásica, se utilizara el detalle de medida primaria encapsulada de acuerdo al tipo de estructura, lo que se muestra a continuación:

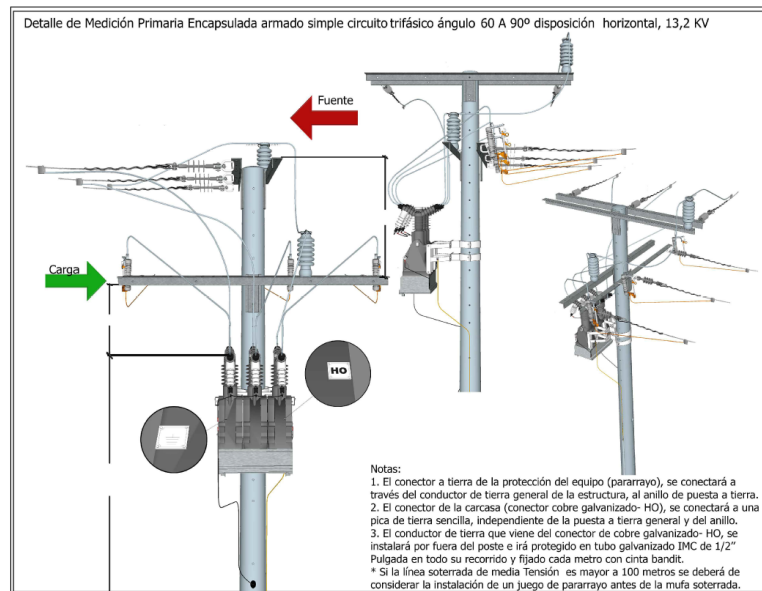
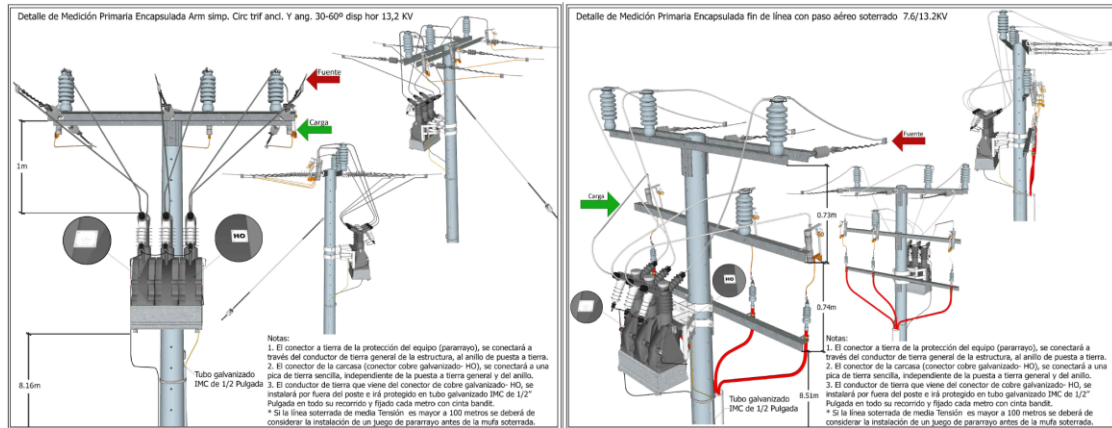
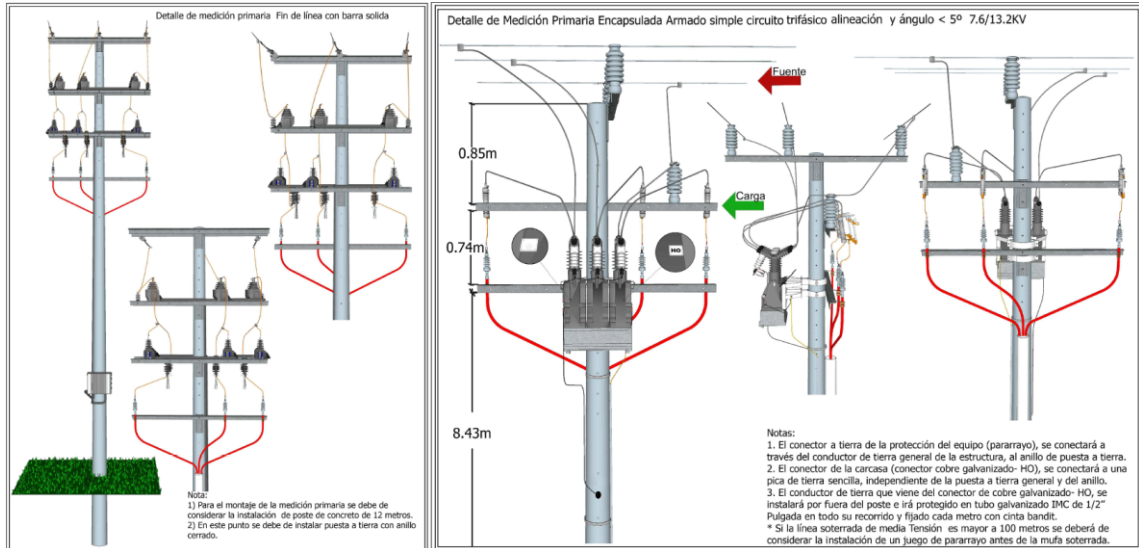


²⁵ Detalles de Medición Primaria Trifásica – Actualizada a inicios de 2017 por parte del departamento Técnico de Disnorte – Dissur, Ing. Walter Pineda.

**“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”**



“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”



“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”

➤ Detalle de Luminaria

En el Plano de Alumbrado Público debe insertarse los siguientes detalles de luminaria:

BRAZO SOPORTE PARA LUMINARIA

DESCRIPCION :
El soporte de suspensión de luminaria deberán ser fabricados de acero galvanizado o aluminio de alta resistencia y provisto de todos los accesorios para montaje en poste de concreto, con diámetro que oscilen entre 5 a 8 pulgadas. La longitud y forma del soporte será la necesaria para permitir un espaciamento entre los centros de luminaria y el poste. El diámetro del soporte superior es de 1 1/4" y el refuerzo inferior es de 3/4". Todo galvanizado deberá hacerse después de efectuarse las soldaduras necesarias y las superficies presentaran un acabado liso y fino. fide deberán tener un acabado fino.

ESPECIFICACIONES PARTICULARES :

CODIGO UNION FENOSA	Dimensiones (Pulg)								Peso aproximado (Lbs)	
	A	B	C	D	H1	H2	S	I		
X X X X	27	27	9	9	22	12	1 1/4	3/4	1/8"	16
X X X X	36	36	12	12	22	12	1 1/4	3/4	1/8"	23

APLICACION :
Para soportar luminaria de alumbrado público.

DESCRIPCION :
Luminaria de Alumbrado Público, 240 volts, 60 Hz. Con sus respectivos accesorios para uso exterior, montaje horizontal a prueba de agua y rayos ultravioleta. El cuerpo de construcción robusta de superficie exterior lisa y esmaltada, deberá ser manufacturada de aleación de aluminio fundido. Con Conexión metálica apropiadas para su unión al brazo de suspensión de diámetro nominal 1 1/4". La luminaria deberán presentar una cubierta de vidrio, alto factor de potencia y utilizaran bombillas ,70 ,150 y 250 voltios, Vapor de Sodio en Alta Presión, el cepo (base) correspondiente para los casquillos , Mogul E-40. Presentaran una distribución media Semi -Cut-off, tipo III. Así también cumplirán las últimas normas publicadas por Illuminating Engineering Society (IES).

ESPECIFICACIONES PARTICULARES :

CODIGO UF	Potencia Watts	Dimensiones (Pulg)					Peso aprox. Lbs
		A	B	C	D	Brazo nominal	
469203	150	17.25	13.75	35.50	5.37	1 1/4	32-38
469204	250	17.25	13.75	35.50	5.37	1 1/4	32-38

APLICACION:
Se utiliza para iluminación de Avenidas y Calles.

DESCRIPCION :
Los bombillos de vapor de sodio en alta presión deberán ser fabricados en amp endurecidos , color o emitir amarillo, voltaje nominal 240 voltios , 60 HZ. Conf establecidas por Illuminating Engineering Society " IES , ANSI.

ESPECIFICACIONES PARTICULARES :

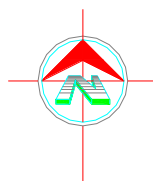
CODIGO UF	Potencia Vatios	Forma Bulbo	Designación Bulbo	Tipo Casquillo	Corriente (VOLTS)	Flujo Luminoso inicial (LMS)
468368	150	Ovoide	E-23 1/2	E-40	1.8	15,000
468369	250	Ovoide	BT-28	E-40	3.0	28,500

* Todos los bombillos deberán presentar una vida promedio de 32,000 horas.

➤ Localización del Norte debidamente orientado.

Todos los Planos deben de orientarse hacia el norte, y se debe representar en plano hacia donde se encuentra el mismo.

El norte puede representarse de la siguiente forma:



❖ Presupuesto

Teniendo el diseño aprobado se puede elaborar el presupuesto final de la obra, en la mayoría de los casos el cliente solicita este presupuesto previo a contratar para la elaboración de diseño, para esto se puede elaborar un borrador de diseño en base a nuestra experiencia y pasar el costo al cliente, en algunos casos por cambios solicitados por DN-DS el costo varia, por esto al momento de presentar oferta se debe dejar claro al cliente a través de una nota que indique que el precio puede variar al momento de la probación de diseño. Se presenta presupuesto entregado al cliente del proyecto que se utilizo de ejemplo:

Presupuesto Urbanizacion					
Item	Descripcion	U/M	Cant	C/Unit	C/Total
1	Poste de Concreto de 40' 500 dan	c/u	1.00	524.75	524.75
2	Poste de Concreto de 35' 300 dan	c/u	1.00	305.35	305.35
3	Poste de Concreto de 35' 500 dan	c/u	1.00	398.50	398.50
4	Poste de Concreto de 30' 300 dan	c/u	2.00	227.70	455.40
5	Hormigonado de Poste	c/u	2.00	70.00	140.00
6	Cable ACSR 1/0	mts	300.00	0.80	240.00
7	Cable Triplex # 1/0	mts	200.00	2.87	574.00
8	Cable Triplex # 6	mts	200.00	1.00	200.00
9	MT-106	c/u	1.00	260.00	260.00
10	MT-101	c/u	1.00	150.00	150.00
11	MT-105	c/u	1.00	150.00	150.00
12	MT-104	c/u	2.00	260.00	520.00
13	BT-101	c/u	2.00	15.00	30.00
14	BT-104	c/u	4.00	15.00	60.00
15	PR-205	c/u	1.00	250.00	250.00
16	Transformador de 50 KVA, 7.6/13.2 KV, 120/240V	c/u	1.00	1,750.00	1,750.00
17	TR-105	c/u	1.00	450.00	450.00
18	Luminaria Tipo Cobra 150W, 240V, Sodio	c/u	5.00	120.00	600.00
19	Brazo para Luminaria de 6'	c/u	5.00	35.00	175.00
20	SU-BT alineamiento #6	c/u	2.00	15.00	30.00
21	SU-BT Fin de linea #6	c/u	4.00	15.00	60.00
22	Contactador Fotoelectrico	c/u	1.00	375.00	375.00
23	Hebillas 3/4	c/u	10.00	1.10	11.00
24	Cinta Bandit 3/4	mts	10.00	1.15	11.50
25	PR-101	c/u	2.00	85.00	170.00
26	PR-101 Anillo Cerrado	c/u	1.00	150.00	150.00
	Materiales				8,040.50
	Mano de Obra				800.00
	Transporte				200.00
	Grúa				175.00
	Supervision				150.00
	Honorarios DN/DS				550.00
	Sub Total 1				9,915.50
	Utilidad 25%				2,478.88
	Sub Total 2				12,394.38
	IVA				1,859.16
	Total				14,253.53

En el presupuesto el calculo de la mano de obra se hace en base de la cantidad de postes, actualmente se paga al subcontratista U\$ 150 por poste, en Redes Monofásicas y U\$200 por poste en Redes Trifásicas. En el conteo de postes se debe incluir el poste que será Punto de Entronque aunque no sea instalado nuevo, ya que en el mismo debe trabajarse y es cobrado por el subcontratista.

El cálculo de la grúa es hecho en base a las horas que será utilizada la misma, ya sea que la grúa sea propia o alquilada, en el caso de grúas pequeñas (12 toneladas) se cobra U\$ 40 la hora, en grúas mas grandes se cobra U\$ 50 dólares la hora, teniendo como tiempo mínimo 3 horas en el casco urbano y 5 horas fuera de Managua, para viajes a la Costa Caribe se cobra por día el cual esta entre U\$ 250.00 y U\$ 300 el día.

Los Honorarios de DN-DS corresponden a costo por Descargo o Brigada en Tensión y Supervisión, para este costo DN-DS entrega un cobro junto con la autorización de construcción.

El Transporte se calcula en base al costo por viaje de material, que este depende si es en el casco urbano de Managua o fuera, esto se debe cotizar.

La supervisión es en base a las visitas que realizara el Ingeniero Supervisor, se debe realizar cálculo de salario por día, más costo de sus viáticos y transporte.

Capitulo V

Ejecución del Proyecto

Posterior a la aprobación del Diseño por parte Disnorte – Dissur se procede a la ejecución del proyecto, la cual al igual que el diseño debe ejecutarla una empresa homologada por Disnorte – Dissur, siguiendo los siguientes pasos:

1. Replanteo con Disnorte - Dissur

Replanteo es la visita de Supervisión de la empresa contratista y Supervisor designado por Disnorte – Dissur, previa al inicio de la construcción para revisar en campo las condiciones para la construcción de la Red de Media Tensión del Proyecto y verificar punto a punto, distancia y estructuras de plano aprobado, este es un requisito para que la construcción sea aprobada.

Para solicitar el Replanteo debe solicitarle a través de una carta dirigida a el encargado de Provisión de Servicio de las zona en que se esta trabajando, a la misma debe adjuntarse Hoja de Reporte de Transformadores emitida por el Taller de Transformadores Enatrel (única entidad autorizada para esto), original, de el o los Transformadores a instalar en el Proyecto, para obtener la misma el o los Transformadores deben ser comprados.

En la Hoja de Reporte de Pruebas de Transformadores Enatrel detalla N° de Reporte, Capacidad, Marca y Número de Serie de los Transformadores, además los resultados de las pruebas realizadas a los transformadores, la vigencia de este reporte es 6 meses. En el grafico 1 se presenta Hoja de Reporte de Pruebas de Transformadores que entrega Enatrel.


Posterior a entregada la solicitud a través de correo electrónico Disnorte – Dissur informara a la empresa contratada cuando será ejecutado el Replanteo. Previo al replanteo debe realizarse estaqueo de puntos, es decir, en el sitio de la construcción la ubicación de postes deberá ser señalado a través de estacas de madera de 50cm de alto, pintadas en color llamativo amarillo o rojo, enumerándolas en base a numeración en plano, se recomienda que se haga en conjunto con un representante del dueño, para que el verifique que los puntos no afectan acceso peatonal o vehicular de las viviendas, sobre todo cuando aun no están las casas construidas.

Si durante el Replanteo existen cambios que del +- el 10%, se podrá aprobar la construcción, en base al levantamiento de los mismos en campo, estos serán anotados en el Reporte de Replanteo que realiza el Supervisor de DN-DS y firmados por ambas partes; en el caso que los cambios requeridos superen el porcentaje, se debe someter a aprobación de diseño nuevamente el proyecto con los datos levantados en campo, dando inicio nuevamente al ciclo del Proyecto.

**“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”**

En el caso que se de inicio nuevamente al ciclo, únicamente se presentaran Planos acompañados de una carta explicativa, indicando lo sucedido durante el Replanteo y si durante el mismo los puntos y estructuras quedaron claras, no será necesario volver a realizar Replanteo para el Proyecto. El supervisor de DN-DS tiene 3 días hábiles para entregar la Autorización de Construcción.

Grafico 1: Hoja de Pruebas entregada por Enatrel²⁶

 **Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional**
El Pueblo, Presidente!

EMPRESA NACIONAL DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA
ENATREL

DEPARTAMENTO DE TRANSFORMADORES
KM. 12 CARRETERA NUEVA A LEÓN
TELÉFONOS: 2269-9263 / 2269-9574
MANAGUA, NICARAGUA

REPORTES DE PRUEBAS DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN **Nº 14960**

Cliente: **SINTER OFICINAS CENTRALES** Fecha: **05/07/2017**

O/T No.: **5448** No.: **1**

I. DATOS DE PLACA

Marca: **ECUATRAN** Serie: **345042017**

Potencia: **15** Kva. Voltaje Primario: **14.4/24.9** V.

Voltaje Secundario: **240/480** V. Z. **2.1** %.

Polaridad: Aditivo: **(XXXXX)** Sustractivo: **(XXXXX)**

Transformador: Nuevo **(XXXXX)** Usado: **(XXXXX)** Reconstruido: **(XXXXX)**

II. DATOS DE PRUEBA

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

AT - BT : **20000** MEGA, OHMS

AT - TIERRA : **20000** MEGA, OHMS

BT - TIERRA : **20000** MEGA, OHMS

PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA

PROM. EFECT. **50.00** KV/2.5mm

PRUEBA DE VACÍO

Io: **0.56** Amp. Pfc. **57.86** Wats.

PRUEBA DE CORTO CIRCUITO

Isc. : **1.04** Amp.

Pdev. : **225.51** Wats.

Vsc : **310.06** Volts.

Z : **2.15** %.

III. POSICIONES DE TAPS

I. **14400** Volts. II. **13800** Volts. III. **13200** Volts.

IV. **12870** Volts. V. **12540** Volts.

IV. RESULTADOS:

Aprobado: **(XXXXX)** Rechazado: **(XXXXX)** Requiere Mantenimiento: **(XXXXX)**

OBSERVACIONES:

ESTE TRANSFORMADOR CUMPLE CON LOS PARAMETROS DE PERDIDAS ESTABLECIDOS CONECTADO EN PARALELO.

REVISADO POR **(Firma)**

CONTROL DE CALIDAD DPTO. DE TRANSFORMADORES

cc. Expediente Archivo

RECIBIDO POR **(Firma)**

2. Construcción

²⁶ Hoja de Pruebas Tomada de uno de los Transformadores utilizado en Proyecto: Resonancia Magnética del Dr. Chester Medal

La construcción dará inicio posterior al Replanteo y cuando Disnorte – Dissur entregue Autorización de Construcción, también para dar inicio la empresa contratada debe tener el total de los materiales a utilizar, los cuales serán calculados posterior al Replanteo, por si durante el mismo existe algún cambio.

Los materiales son calculados en base a las cantidades de estructuras, se revisaran los planos para sumar la cantidad y tipo de postes, metraje según tipo de cable, cantidad y capacidad de Transformadores a instalar y cantidades de cada tipo de estructura que se tiene en el estaqueo.

- **Materiales por Estructura²⁷**

Los materiales son calculados y comprados posterior al replanteo y mientras se encuentra tramite la Autorización de Construcción, para que cuando la misma sea entregada se tenga listo el material.

04301300	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO ALIN. Y ÁNG. < 5°, ACSR 1/0 AWG		
<u>MATERIALES</u>			
<u>REF.</u>	<u>CÓDIGO</u>	<u>UD.</u>	<u>DENOMINACIÓN</u>
1	437006	1	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437008	2	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
3	437655	3	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO ¾" - ¾"x 3"
4	437707	1	RETENCIÓN PREFORMADA "Z" AISL. 57/1-3 ACSR 1/0
5	437711	2	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" AISL. 57/1-3 ACSR 1/0
6	437651	4	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
7	441264	3	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
8	440944	4	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"
9	437805	1	AISLADOR PORCELANA TIPO CARRETE (ANSI C29.3)
10	437806	1	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE
11	437802	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" AISL. 53/2 ACSR 1/0
12	437652	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x14"
13	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
14	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
15	440860	2	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLO
16	699901	1	CONECTOR COMPRESIÓN #2-#2 CU
17	437659	2	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
18	440945	2	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"

04302300	ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO ÁNGULO 5 a 30°, ACSR 1/0 AWG		
<u>MATERIALES</u>			
REF.	<u>CODIGO</u>	<u>UD.</u>	<u>DENOMINACIÓN</u>
1	437006	2	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437655	6	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO ¾" - ¾"x 3"
3	437713	3	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" DOBLE AISL. 57/1-3 ACSR 1/0
4	437651	4	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	441264	1	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
6	551265	2	CRUCETA ANGULAR METÁLICA 1 400 mm
7	551282	2	PERNO ROSCA CORRIDA AC. GALV. 5/8" X 12"
8	440944	14	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"
9	437805	1	AISLADOR PORCELANA TIPO CARRETE (ANSI C29.3)
10	437806	1	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE
11	437802	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" AISL. 53/2 ACSR 1/0
12	437652	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x14"
13	434470	3	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
14	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
15	440860	2	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLO
16	699901	1	CONECTOR COMPRESIÓN #2-#2 CU
17	437659	2	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
18	440945	2	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"

²⁷ Listas de Materiales por Estructura Tomado de Manual Proyecto Tipo.

**“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”**

04303300 ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO ANCLAJE Y ÁNG. 30 a 60°, ACSR 1/0 AWG			
MATERIALES			
REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437006	1	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437658	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x12"
3	437655	1	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO ¾"- ¾"x 3"
4	437651	3	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	551266	2	CRUCETA ANGULAR METÁLICA 1 800 mm
6	551282	2	PERNO ROSCA CORRIDA A.C. GALV. 5/8" X 12"
7	437661	2	TUERCA DE OJO ACERO GALVANIZADO 5/8"
8	437707	1	RETENCIÓN PREFORMADA "Z" AISL.57/1-3 ACSR 1/0
9	437596	3	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
10	441264	4	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
11	440944	13	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"
12	450113	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x14"
13	551418	2	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
14	450949	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
15	437596	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
16	434470	3	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
17	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
18	440860	2	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLO
19	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
20	437659	2	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
21	440945	2	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"

04304300 ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIF. ÁNGULO 60 a 90°, ACSR 1/0 AWG			
MATERIALES			
REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437658	6	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x12"
2	551418	2	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
3	450948	4	ALARGADERA 10" PARA CADENA DE AISLADORES
4	437596	3	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
5	441264	16	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
6	450113	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x14"
7	450949	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
8	437596	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
9	434470	3	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
10	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
11	440860	6	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLO
12	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
13	437659	6	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
14	440945	6	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
15	440944	6	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

04305800 SIMPLE CIRCUITO TRIFÁSICO FIN DE LÍNEA			
MATERIALES			
REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437006	1	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437655	1	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO ¾"- ¾"x 3"
3	437707	1	RETENCIÓN PREFORMADA "Z" AISL.57/1-3 ACSR 1/0
4	437651	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	441264	1	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
6	450948	1	ALARGADERA 10" PARA CADENA DE AISLADORES
7	437661	2	TUERCA DE OJO ACERO GALVANIZADO 5/8"
8	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
9	450949	1	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
10	440944	1	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

04321200 ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACIÓN Y ÁNGULO < 5°, ACSR 1/0 AWG			
MATERIALES			
REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437006	1	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437655	1	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO ¾"- ¾"x 3"
3	437707	1	RETENCIÓN PREFORMADA "Z" AISL.57/1-3 ACSR 1/0
4	437651	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	441264	3	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
6	437805	1	AISLADOR PORCELANA TIPO CARRETE (ANSI C29.3)
7	437806	1	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE
8	437802	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" AISL.53/2 ACSR 1/0
9	437652	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x14"
10	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
11	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
12	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLO
13	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
14	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
15	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
16	440944	1	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

**“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”**

04322200 ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ÁNGULO 5 a 30°, ACSR 1/0 AWG			
MATERIALES			
REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437006	2	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437655	2	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO ¾" - ¾"x 3"
3	437713	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" DOBLE AISL.57/1-3 ACSR 1/0
4	437651	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	441264	1	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
6	437805	1	AISLADOR PORCELANA TIPO CARRETE (ANSI C29.3)
7	437806	1	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE
8	437802	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" AISL.53/2 ACSR 1/0
9	437652	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x14"
10	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
11	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
12	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLO
13	699901	1	CONECTOR COMPRESIÓN #2-#2 CU
14	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
15	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
16	440944	3	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

04323200 ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 a 60°, ACSR 1/0 AWG			
MATERIALES			
REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437006	1	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437658	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x12"
3	437655	1	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO ¾" - ¾"x 3"
4	437651	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	437661	2	TUERCA DE OJO ACERO GALVANIZADO 5/8"
6	437707	1	RETENCIÓN PREFORMADA "Z" AISL.57/1-3 ACSR 1/0
7	437596	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
8	441264	4	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
9	440944	2	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"
10	450113	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x14"
11	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
12	450949	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
13	437596	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
14	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
15	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
16	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLO
17	699901	1	CONECTOR COMPRESIÓN #2-#2 CU
18	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
19	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"

04324200 ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFÁSICO ÁNGULO 60 a 90°, ACSR 1/0 AWG			
MATERIALES			
REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437658	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x12"
2	551418	2	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
3	450948	2	ALARGADERA 10" PARA CADENA DE AISLADORES
4	450113	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x14"
5	437596	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
6	450949	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
7	437596	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
8	441264	8	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
9	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
10	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
11	440860	2	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLO
12	699901	1	CONECTOR COMPRESIÓN #2-#2 CU
13	437659	2	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
14	440945	2	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
15	440944	2	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

04325100 ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFÁSICO FIN DE LÍNEA			
MATERIALES			
REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437658	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x12"
2	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
3	450113	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x14"
4	450949	1	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
5	441264	4	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
6	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
7	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
8	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLO
9	699901	1	CONECTOR COMPRESIÓN #2-#2 CU
10	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
11	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
12	440944	1	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

Se presentan Listas de Materiales para Cable ACSR 1/0 Raven, por ser el que se ocupa mas comúnmente, para los casos de ser de otro calibre el cable, el listado es el mismo únicamente se cambie calibre de varillas y grapas.

Arm BT Alin y Ang Hasta 30° p/Neutro Fiador (Calibre del Conductor)	
Descripcion	Cantidad
Aislador de Carrete	1.00
Soporte para Aislador de Carrete	1.00
Perno de Maquina de 5/8 x 10" (en el caso de Postes de 500daN, poner perno de 12")	1.00
Arandela de Presion para perno de 5/8"	1.00
Arandela Cuadrada Curva de 2 1/4 x 2 1/4 x 3/16" para perno de 5/8"	1.00
Varilla Protectora Según Calibre del Conductor	1.00

Arm BT Fin de Linea p/Neutro Fiador (Calibre del Conductor)	
Descripcion	Cantidad
Aislador de Carrete	1.00
Soporte para Aislador de Carrete	1.00
Perno de Maquina de 5/8 x 10" (en el caso de Postes de 500daN, poner perno de 12")	1.00
Arandela de Presion para perno de 5/8"	1.00
Arandela Cuadrada Curva de 2 1/4 x 2 1/4 x 3/16" para perno de 5/8"	1.00
Remate Preformado Según Calibre del Conductor	1.00

Montaje Conjunto Retenida 3/8" con aislador tensor	CANTIDAD
Cono de anclar, superficie 250 pulg²	1
Aislador para retenida, NEMA 54-1	1
Arandela cuadrada 4" x 4" x 1/2", para perno de 5/8"	1
Arandela cuadrada de 4 " x 4 " x 1/4 " ,para perno de 5/8" curva	1
Arandela de presión para perno de 5/8"	1
Cable de acero para retenida , diametro 3/8" (mts)	13
Perno guardacabo con ojo angular de 5/8" x 10	1
Remate preformado para cable de acero de 3/8"	4
Guarda Retenida	1
Varilla de anclaje simple 5/8" x 7'	1

**“GUIA PARA LA ELABORACION DE UN DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION BAJO LA
NORMATIVA DE DISNORTE – DISSUR”**

Montaje Conjunto Retenida Vertical 3/8" con aislador tensor	CANTIDAD
Cono de anclar, superficie 250 pulg ²	1
Accesorio base para retenida de compresion	1
Accesorio grapa para retenida de compresion	1
Aislador para retenida, NEMA 54-1	1
Arandela cuadrada 4" x 4" x 1/2" ,para perno de 5/8"	1
Arandela cuadrada curva de 4 " x 4 " x 1/4 " ,para perno de 5/8"	1
Arandela de presión para perno de 5/8"	2
Cable de acero para retenida , diametro 3/8" (mts)	13
Perno de maquina cabeza cuadrada 5/8" x10"	1
Perno guardacabo con ojo angular de 5/8" x 10	1
Remate prefomado para cable de acero de 3/8"	4
Tubo de Anclaje diam. 2"	1
Guarda Retenida	1
Abrazadera Tipo Anillo para Transformador	1
Varilla de anclaje simple 5/8" x 7"	1

PUESTA A TIERRA EN POSTE DE HORMIGON	Cantidad
Conductor de Cobre #2 Desnudo multifilar semiduro	15
Conector tipo C#2 de Cu	1
Conector para varilla de puesta a tierra de 5/8	1
Varilla de puesta a tierra COPERWELL 5/8 x 8	1

PUESTA A TIERRA EN POSTE DE HORMIGON CON ANILLO CERRADO	Cantidad
Conductor de Cobre #2 Desnudo multifilar semiduro	20
Conector tipo C#2 de Cu	1
Conector para varilla de puesta a tierra de 5/8	4
Varilla de puesta a tierra COPERWELL 5/8 x 8	4

PROTECCION TRANSFORMADOR EN POSTE	Cantidad
Arandela cuadrada curva p. perno de 5/8", 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16	7.00
Arandela de presion para perno de 5/8	7.00
Arandela Plana Redonda 5/8"	4.00
Cable de Cu. 3/0 THHN	8.00
Cable de Cu. Desnudo #2 AWG (mts.)	15.00
Cable de Cu Forrado THHN #2 (alumbrado)	8.00
Caja Aislante para conector de compresion medida 2 3/4	2.00
Conector tipo C#2 de Cu	9.00
Conector de compresión CAJA 4	2.00
Conector Tipo Cuña 1/0-1/0	1.00
Conector mecánico de Cu. para polo p. transf.	1.00
Conector para línea viva 1/0	1.00
Conector PK 4/0 con ojo de 3/8, Bimetalico	6.00
Conector PK #2 con ojo de 3/8, Bimetalico	12.00
Conector tipo cuña + estribo 1/0	1.00
Fulminate Azul	5.00
Cortacircuito fusible 15KV 100 A	1.00
Fusible 5.2 AMP tipo SLOFAST	1.00
Grapa Conexión Cable Tierra sin Tornillo	2.00
Ménsula para cortacircuito y pararrayos	1.00
Ménsula tipo Dado para transf monof	1.00
Pararrayos de distribución 10Kv.	1.00
Perno de Maquina 5/8 x 14"	2.00

- **Apertura de Huecos para Poste**

El Proyecto se da inicio en campo posterior cuando es entregada la Autorización de Construcción, la cual DN-DS supone entregarla 3 días hábiles después de realizado el Replanteo. Antes de iniciar el hoyado la cuadrilla debe revisar que los puntos estén bien alineados.

Para la apertura de huecos considerar lo siguiente²⁸:

- a) Todos los huecos para postes deberán ser suficientemente amplios para permitir el uso de apisonadoras a todo el contorno del poste en la profundidad completa del hueco
- b) Los terrenos inclinados la profundidad del hueco para postes siempre será medida desde el lado más bajo del mismo.
- e) La profundidad de entierre para poste en según tipo de terreno se describe en Tabla 21.

Tabla 21: Profundidad de Entierre de Postes

Altura (m)	Tipo de terreno		
	Terreno Normal	Terreno Duro	Terreno Muy Duro
	h (m)	h (m)	h (m)
9	1.70	1.55	1.50
10.5	1.85	1.70	1.65
12	2.00	1.85	1.80
14	2.15	2.00	1.95

- **Izado de Postes**

Al colocar los postes estos deben quedar bien alineados y mantenerse a plomo hasta el montaje de su estructura, los huecos para pernos del poste deben quedar en la posición conforme a la aplicación.

Los postes de concreto serán izados con grúa, el postes de madera será izado manualmente y con ayuda de herramientas llamadas puyas, se debe procurar instalar postes de concreto, los postes de madera serán instalados únicamente en lugares de difícil acceso o para redes provisionales.

Ya con el Poste izado se rellenara el hueco con material adecuado, tierra y piedras, cada 10cm debe apisonarse para que la tierra quede bien compactada, si el material extraído del hueco no es adecuado para la compactación, se deberá traer material adecuado al sitio.

²⁸ Tomado de la Normativa Vigente Proyecto Tipo

En casos de terrenos húmedos se recomienda hormigonar el poste y retenidas para asegurar que los mismos no se desaplomen.

• **Armados de Postes y Tendido de Cable**

Cuando se tienen los postes izados se debe dar inicio con la instalación de los armados, retenidas, puestas a tierra, transformadores y cables de los postes en base a lo detallado en el estaqueo inserto en el plano. Tomar en cuenta las siguientes disposiciones.

- 1) Los Aisladores Tipo Poste deben Instalarse de Cara a la Fuente.
- 2) Los Transformadores deben Instalarse de Cara a la Fuente.
- 3) Los Cortacircuitos para derivación deben Instalarse del Lado de la Carga
- 4) Las Retenidas deben ser Instaladas antes que el Conductor, para que al momento de tensar la línea esta no desaplome los postes.
- 5) Las Varillas de Anclaje y Conos de Concreto de las Retenidas deben estar en línea con el esfuerzo.
- 6) Las Varillas de Anclaje no deben sobresalir más de 6”; en campos cultivados o en sitios que se juzgue necesario, como terreno duro, se permitirá que sobresalga hasta 12”.
- 7) El relleno de las Anclas de Retenida debe ser bien Compactado.
- 8) Se debe instalar Cubierta Plástica en todas las retenidas.
- 9) Las Varillas de Polo a Tierra deben ser de Cobre y de 5/8 x 8’
- 10) La parte superior de la Varilla debe estar a 12” bajo la superficie de la Tierra
- 11) Los Armados Primarios deben ser Aterrizados con Grapa de Conexión a Tierra sin Pernos.
- 12) Las Varillas de Polo a Tierra se instalaran del lado de la fuente
- 13) En Línea Primaria debe Aterrizarse cada 3er poste, en los puntos con Transformador, puntos con Retenida, Ángulos, Doble Remate o Fin de Línea.
- 14) En los Transformadores y Derivaciones con Corta Circuito Fusible debe realizarse Puesta a Tierra en Anillo Cerrado, donde las Varillas tendrán separación entre ellas de 50cm.
- 15) En Línea Secundaria se Aterrizara puntos con Retenida, Ángulos y Fines de Línea
- 16) Los Conductores Primarios y Secundarios deben instalarse con la ayuda de poleas especiales para tendido de cable, para que circulen de poste a poste sin dañar el aislamiento.
- 17) Para los trabajos se debe cumplir con las Normas de Higiene y Seguridad, el personal debe estar asegurado en el Inns y portar su Equipo de Protección Personal.
- 18) Previo al inicio de la jornada de trabajo debe asegurarse el buen estado de salud del trabajador.
- 19) Deben utilizarse materiales completamente nuevos y con garantía mínima de 1 año.

20) Se debe asegurar que la cuadrilla porte herramientas de trabajo en buen estado.

3. Descargo

Para Finalizar los Trabajos se debe realizar un Corte de Energía en la zona que se esta trabajando para realización de conexión de la nueva red a la existente. En ciertos casos en que la afectación incluye pozos de Enacal o los Clientes a afectar son demasiados, lo que implica demasiada perdida para la distribuidora, el Supervisor de DN-DS indicara que se realicen estos trabajos con una Brigada en Tensión, con la cual se hacen los trabajos finales con la Línea Energizada, este trabajo lo realizan únicamente cuadrillas de DN-DS.

Para ambos casos se debe realizar un pago por Descargo y Supervisión, el cual es entregado junto con la Autorización de Construcción.

Para la Programación del descargo este debe ser cancelado y se entrega una carta de solicitud, adjuntando copia del pago y formato de solicitud de descargo:

Grafico 2: Formato de Solicitud de Descargo²⁹
FORMATO SOLICITUD DE DESCARGO PARA PETICION DE CLIENTE

INFORMACION GENERAL

Fecha de solicitud	_____
Peticionario	_____ Teléfono _____
Unidad Solicitante	_____
Encargado Trabajo en Campo (UUFF)	_____ Teléfono _____
Instalaciones Afectadas (referencia BDI)	_____
Punto de seccionamiento (referencia BDI)	_____

INFORMACION DEL TRABAJO

Empresa Peticionaria	_____	# Expediente	_____
Empresa Ejecutora	_____	Teléfono	_____
Encargado Trabajo en Campo (Contrata)	_____	Teléfono	_____
Fecha Inicio Descargo	_____	Hora inicio	_____
Fecha Fin Descargo	_____	Hora fin	_____
Ubicación exacta del trabajo	_____		
Descripción del trabajo	_____		

Nota1: Todos los campos son obligatorios para gestionar la solicitud de descargo.

Nota2: Toda solicitud de descargo debe ser entregada por escrito y vía correo al encargado de Mnto, al menos, con 72 horas de anticipación.

Nota3: El incumplimiento de las notas 1 y 2, por cualquier contingencia, debe justificarse vía correo para tramitar el descargo.

Los Descargos deben solicitarse con 15 días de anticipación.

²⁹ Formato de Solicitud de Descargo, Suministrado por Departamento Técnico de DN-DS, Ing. Walter Pineda

En el caso de la Brigada en Tensión este debe ser pagado y solicitado en una carta indicando día, hora, nombre del proyecto, expediente y responsable en campo de parte de la empresa, este puede solicitarse con 72 horas de anticipación.

4. Entrega del Proyecto a Disnorte – Dissur

Cuando los trabajos han sido finalizados, incluyendo el descargo, debe solicitarse la recepción a DN-DS, quien a más tardar tres días hábiles después responderá vía correo dando fecha en que se realizara esta visita.

En la Recepción el Supervisor designado por DN-DS con quien se realizo el replanteo realizar revisión punto a punto de la construcción, si esta conforme, se realizaran pruebas de voltaje a los transformadores y se le instalaran códigos CT (Centro de Transformación) es metálico color negro, que se instala con cinta de Acero de ½ y Hebilla de Acero de ½ y códigos BDI (Base de Datos de Identificación), estos traen su propia pega son color amarillo y se instalan en la cuba de los transformadores.

También se le instala código BDI a la Luminarias instaladas en el Proyecto, el de las luminarias es metálico color negro y se instalan con Cinta de Acero de ½ con Hebillas de Acero de ½.

En el caso que al hacer el recorrido el Supervisor DN-DS encuentre alguna falla que no pueda ser resuelta en el momento, se dará como recepción fallida y deberá reprogramarse, además se le pagara un costo adicional a DN-DS por la segunda visita, costo que informara al ser reprogramada la misma.

Para que DN-DS entregue el Acta de Recepción, además de haber entregado conforme en campo, se debe hacer entrega de un Plano Como Construido del Proyecto, donde se dibujara la simbología de líneas y postes como existentes, en el estaqueo inserto en el plano se modificara todo a existente y en el Plano de Media Tensión se escribirá junto a cada Transformador los códigos BDI y CT, en el Plano de Luminarias se escribirá junto a cada luminaria el Código BDI.

Estando conforme el Supervisor con los Planos entregara el Acta de Recepción Final, con ella se dará por finalizado el proyecto.

Conclusiones

- Se desarrolló una Guía para Elaborar un Diseño de una Red de Distribución Eléctrica de Media y Baja Tensión en Base a la Normativa Vigente de Disnorte – Dissur.
- Se establecieron los criterios, métodos y cálculos a utilizar para la elaboración de un diseño.
- Con esta guía se provee a los diseñadores de una herramienta útil con la cual pueden desarrollar sus proyectos de forma eficaz y eficiente.
- Se muestran cada uno de los requerimientos solicitados por la compañía distribuidora
- Se facilita la presentación y por tanto la aprobación de los diseños por parte de la distribuidora de energía.
- Se cuantifican los Costos incluidos tanto al presentar el diseño como al ejecutar el proyecto.

Bibliografía

- ❖ Hernández Sampieri, Roberto; Metodología de la Investigación 3ra edición, año 2003, editorial McGraw-Hill.
- ❖ Curso de Criterios de Diseño y Cálculos Mecánicos de impartido por Disnorte – Dissur en el año 2012. Orador de los cursos Ing. Oscar Gutiérrez
- ❖ Normas para elaboración de Diseño y Cálculos de Disnorte – Dissur, suministradas y actualizadas a través del Departamento Técnico, Ing. Walter Pineda.
- ❖ Manual Proyecto Tipo Versión 7 año 2005
- ❖ Capítulo 3 Criterios de Diseño y Normas para Construcción de Instalaciones de Distribución y Uso Final de la Energía. Compañía Energética del Tlilima, S. A. España
- ❖ Normativa de Instalaciones de Enlace Disnorte - Dissur
- ❖ Páginas Web:
 - <http://html.rincondelvago.com/disenio-electrico-de-redes-de-alta-y-baja-tension.html>
 - www.monografias.com
 - <http://www.proyectostipo.com>

Glosario

Acometida: Parte de la instalación comprendida entre la red de distribución de la empresa y la caja o cajas generales de protección para suministros.

Apoyo: Punto de sujeción o soporte de la red o lo que comúnmente conocemos como poste, los cuales pueden ser de Hormigón, Madera o Metal.

Apoyo AC: Apoyo de Anclaje, cuando la línea remata en este punto y existe prolongación de línea

Apoyo AE: Apoyo Especial, cuando en este punto concurren más de una línea debido a derivaciones en diferentes direcciones.

Apoyo AG: Apoyo de Angulo, cuando la línea forma un ángulo mayor de 5° en este punto.

Apoyo AL: Apoyo de alineamiento, cuando el apoyo es tangente a la red, ó la línea forma un ángulo no mayor de 5° en este punto.

Apoyo FL: Apoyo Fin de Línea, cuando la línea remata y finaliza la red, no hay prolongación de línea.

Baja Tensión: Suministro eléctrico con tensión inferior a 1.000 V.

Caída de Tensión: de un conductor es la diferencia de potencial que existe entre los extremos del mismo. Este valor se mide en voltios y representa el gasto de fuerza que implica el paso de la corriente por el mismo.

Calculo Mecánico: a través del cual se justifica la selección de los apoyos, selección de retenidas y tendido del conductor, con lo cual se garantiza la confiabilidad de las redes, manteniendo las distancias mínimas de seguridad y la estabilidad en condiciones normales y anormales climatológicas.

Cantón: Porción de red comprendida entre dos apoyos de anclaje (AC) consecutivos, pero no necesariamente adyacentes, puede contener varios vanos con Apoyos AL o AG.

Censo de Carga: conteo o inventario de equipos o artefactos eléctricos cuya característica final es la potencia en kilowatts (KW).

Condiciones Técnicas (Factibilidad): Documento emitido por DN-DS en el cual se informa a un cliente en específico que en las redes existentes hay condiciones para el desarrollo de un nuevo proyecto.

Consumo (gasto): Cantidad de un fluido en movimiento, medido en función del tiempo; el fluido puede ser electricidad.

Disnorte – Dissur (DN-DS): Empresa privada encargada de la distribución de energía en el país.

Eolovano: longitud de vanos horizontal a considerar para la determinación del esfuerzo transversal que, debido a la acción del viento sobre los conductores, estos transmiten al apoyo. Esta longitud queda determinada por la semisuma de los dos vanos contiguo al apoyo.

Flecha: Diferencia de altura entre la línea imaginaria que une los puntos de apoyo de un conductor en un vano con respecto al punto de inflexión del conductor en el mismo vano. Se mide en metros (m)

Gravivano: longitud de vano que hay que considerar para determinar los esfuerzos verticales que debido a los pesos aparentes de conductores se transmite al apoyo, dicha longitud viene determinada por la distancia horizontal que existe entre vértices de las catenaria de los vanos contiguo a los apoyos.

Guía: Libro de indicaciones, lista de datos o información referentes a tema determinado, dirige encamina.

Media Tensión: Valores de tensión comprendidos entre 1.000 V y 66.000 V.

Proyecto Tipo: Normativa de construcción de redes de distribución eléctrica vigente y aceptada por la distribuidora.

Proyecto: Es un proceso sistemático mediante el que:

- ♦ Se obtiene un conocimiento fiable del consumo energético de la empresa.
- ♦ Se detectan los factores que afectan al consumo de energía.
- ♦ Se identifican, evalúan y ordenan las distintas oportunidades de ahorro de Energía en función de su rentabilidad.

Red de Distribución de Energía: Es el conjunto de conductores con todos sus accesorios, sus elementos de sujeción, protección, etc., que une una fuente de energía con las receptoras o cargas.

Vano de Regulación: Es el vano equivalente a todos los vanos de un cantón que hace que la componente horizontal de la tensión del conductor sea constante en cada vano del cantón (teorema catenaria).

Vano: Porción de red comprendida entre dos apoyos consecutivos ó adyacentes, cuya distancia se mide en metros (m).